



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUEOLOGIA**

**ANÁLISE DE ESTRUTURAS EM ALVENARIA  
Modelo para análise e identificação dos processos construtivos e das etapas de  
execução de uma edificação de valor histórico/cultural**

**MANUELA XAVIER GOMES DE MATOS**

**RECIFE  
2009**

**Manuela Xavier Gomes de Matos**

**ANÁLISE DE ESTRUTURAS EM ALVENARIA**  
**Modelo para análise e identificação dos processos construtivos e das etapas de**  
**execução de uma edificação de valor histórico/cultural**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da UFPE, Departamento de História, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arqueologia.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Paulo Martin Souto Maior

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucila Ester Prado Borges

Recife  
2009

**Matos, Manuela Xavier Gomes de**

**Análise de estruturas em alvenaria : modelo para análise e identificação dos processos construtivos e das etapas de execução de uma edificação de valor histórico/cultural / Manuela Xavier Gomes de Matos. -- Recife: O Autor, 2009**

**241 folhas: il., fig., fotos, gráf., tab.**

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Arqueologia, 2009.**

**Inclui bibliografia, anexos e apêndices.**

**1. Arqueologia e histórica. 2. Alvenaria. 3. Tijolos. 4. Edificações.  
I. Título.**

**902  
930.1**

**CDU (2. ed.)  
CDD (22. ed.)**

**UFPE  
BCFCH2010/127**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUEOLOGIA

## **ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA MANUELA XAVIER GOMES DE MATOS**

Às 9 horas do dia 31 (trinta e um) de agosto de 2009 (dois mil e nove), no Curso de Mestrado em Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco, a Comissão Examinadora da Dissertação para obtenção do grau de Mestre apresentada pela aluna **Manuela Xavier Gomes de Matos** intitulada "ANÁLISE DE ESTRUTURAS EM ALVENARIA – Modelo para análise e identificação dos processos construtivos e das etapas de execução de uma edificação de valor histórico/cultural", sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Martin Souto Maior, em ato público, após arguição feita de acordo com o Regimento do referido Curso, decidiu conceder à mesma o conceito "**APROVADA**", em resultado à atribuição dos conceitos dos professores: **Ana Catarina Peregrino Torres Ramos, Henry Sócrates Lavalle Sullasi e José Luiz Mota Menezes**. Assinam também a presente ata, a Coordenadora, Prof<sup>a</sup> Ana Catarina Peregrino Torres Ramos e a secretária Luciane Costa Borba para os devidos efeitos legais.

Recife, 31 de agosto de 2009

Profa. Dra. Ana Catarina Peregrino Torres Ramos

Prof. Dr. Henry Sócrates Lavalle Sullasi

Prof. Dr. José Luiz Mota Menezes

Luciane Costa Borba

A Pedro e Rafael, meus sobrinhos,  
que são um pouquinho de mim.

## **AGRADECIMENTOS**

A Aécio e Walkiria, meus pais, e Ozael e Marcela, meu irmão e cunhada, pela torcida e apoio desproporcional na espera deste momento.

A minha avó Marieta, por ter me ensinado muito do que sou.

A minha cara Lilibeth, pela constante inspiração.

As amigas Glenna, Flaviana, Pollyanna e Paula, por estarem por perto acompanhando os duros momentos e penosas conquistas e ajudando, cada uma do seu jeito.

A todos que foram comigo ao Engenho Monjope realizar essa pesquisa: Antônio de Pádua, Glenna, Rafael, Gleyce, Carlos Rios, Carolzinha e Almir.

A Prof<sup>a</sup>. Lucila Prado, pelo suporte e disponibilidade.

A Prof<sup>a</sup>. Anne-Marie Pessis, pelo exemplo de profissional sério, capaz e incentivador.

Ao Prof<sup>o</sup>. Henry Lavalle, pelos ensinamentos e atenção a mim dispensada.

Aos professores do curso de arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco, por abrir os caminhos ao aprendizado de uma linda profissão.

A Luciane Borba, pelas orientações e apoio e pelo exemplo de disciplina.

Faço um agradecimento especial aos professores, técnicos e alunos dos Laboratórios de Física, Paleontologia, Energia Nuclear, e Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco pela realização dos exames físico-químicos, tão importantes para o desenvolvimento dessa pesquisa.

A FUNDARPE, pela permissão para o desenvolvimento dessa pesquisa, incluindo o Sr. Renato, administrador do Engenho, pela compreensão e apoio durante mais de um ano de visitas ao Engenho.

## **RESUMO**

No âmbito da pesquisa acadêmica brasileira em programas de arqueologia, as estruturas construídas em alvenaria têm sido cientificamente exploradas aquém do seu potencial informativo. Os trabalhos se resumem a descrever o espaço tridimensional e discutir a evolução construtiva das edificações. A sistematização de um Método de Análise de Alvenaria vem preencher essa lacuna. A proposta foi disponibilizar uma maneira de analisar essas estruturas para que o pesquisador possa conhecer os homens por detrás dos objetos.

Através da aplicação do método na casa grande do Engenho Monjope, em Igarassu/PE, pode-se verificar sua eficácia. Utilizando as características físicas dos materiais, alvenarias e da edificação, a partir de métodos arqueométricos, foi possível conhecer aspectos do comportamento construtivo de uma comunidade, a cronologia construtiva da edificação e mudanças tecnológicas no sistema de alvenaria de tijolo, pedra e misto.

Palavras-chave: Arqueologia Histórica – Método – Arqueometria – Alvenaria - Tijolo.

## **ABSTRACT**

Under the Brazilian academic research in archeology programs, structures made of masonry have been scientifically explored below its potential information. The works are summarized to describe the tridimensional space and discuss the development constructive of the edifications. The systematization of a Method of Analysis of Masonry fills that gap. The proposal was to provide a way to analyze these structures for the researcher to know the men behind the objects.

Using the method in the Casa Grande do Engenho Monjope in Igarassu / PE, you can verify its effectiveness. Using the physical properties of the materials, masonry and construction, from methods of archeometry, was possible know constructive aspects of the behavior of a community, the chronology of the building and constructive changes in the technology of masonry

Word-key: Historical Archeology - Method - Archeometry - Masonry - Brick.

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO 01.</b>	Resultados das análises por Difractometria de Raios-X –DRX dos materiais construtivos: tijolo, rocha, argamassa e sedimento. ....	211
<b>ANEXO 02.</b>	Resultados das Fluorescências de Raios-X de amostras de materiais construtivos: tijolo e sedimento. ....	217

## LISTA DE APÊNDICES

<b>APÊNDICE 1.</b> Figuras dos 10 tipos de tijolos cerâmicos maciços identificados na casa grande do Engenho Monjope, Igarassu/PE. ....	220
<b>APÊNDICE 2.</b> Figuras dos 02 tipos de rochas para construção civil identificados na casa grande do Engenho Monjope, Igarassu/PE. ....	225
<b>APÊNDICE 3.</b> Figuras dos 06 tipos de agenciamento de alvenaria identificados na casa grande do Engenho Monjope, Igarassu/PE. ....	226
<b>APÊNDICE 4.</b> Figuras dos 23 tipos de alvenaria identificados na casa grande do Engenho Monjope, Igarassu/PE. ....	229

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 01. Fluxograma das atividades do método proposto..... 46
- Figura 02. Exemplo do método de triangulação. Fonte: Giovanni Carbonara, 1990. Obra citada. Figura V. .... 54
- Figura 03. Exemplificação da diferença entre a capacidade de evidenciação das escalas. Desenho A: escala 1/50 evidenciando a fachada completa, os espaços e a estrutura e seus elementos; Desenho B: escala 1/20 evidenciando os elementos da estrutura e sugerindo os sistemas construtivos; Desenho C: escala 1/10 evidenciando os sistemas construtivos (alvenaria de adobe) e seus materiais constituintes (adobe e argamassa de barro com fragmentos de telha cerâmica). Fonte: arquivo da Fundação Seridó. Sítio Arqueológico Benedita no município de Nazaré/BA (Desenho: Autora)..... 56
- Figura 04. Ilustração da *face* e *aresta* e das situações extremas de cada um dos componentes da feição exterior de um tijolo: a face varia de lisa a enrugada; e um tijolo pode ter uma aresta viva ou não ter aresta. Fonte: Figura pela autora..... 60
- Figura 05. Os três planos de um tijolo: horizontal, vertical e profundidade, ou seja, comprimento, espessura e largura, respectivamente. Fonte: Figura pela autora..... 62
- Figura 06. Exemplos de tratamento de superfície em rochas para construção de edifícios. Fonte: Figura pela autora. .... 66
- Figura 07. Os três planos projetados de uma rocha: horizontal, vertical e profundidade, ou seja, comprimento, espessura e largura, respectivamente. Fonte: Figura pela autora..... 67
- Figura 08. Formatos de rochas utilizadas na construção de edifícios. Regulares e irregulares. Fonte: Figura pela autora..... 67
- Figura 09. Exemplos de dimensão de argamassa, tanto da junta na posição vertical como da junta na posição horizontal. Fonte: Figura pela autora..... 69
- Figura 010. Exemplos de diferentes disposições de “juntas na posição vertical”. Fonte: Figura pela autora. .... 70
- Figura 011. Exemplo de lâmina petrográfica e da sua visualização em microscópio petrográfico com identificação dos minerais presentes. Fonte: Modificado de Varela, 2005..... 79
- Figura 012. Quantificação da composição mineralógica em partes a partir da lâmina somando as áreas dos minerais identificados. No exemplo, há 1,5 partes de quartzo, 1 parte de Feldspato e 1,3 parte de Cimento Carbonático. Fonte: Figura pela autora..... 80
- Figura 013. Estrutura cristalina do argilomineral Caolinita.  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ . Vermelho = oxigênio. Azul escuro = silício. Azul claro = alumínio. Branco = hidrogênio. Fonte: [www.e-agps.info/angelus/cap21/estcamada.htm](http://www.e-agps.info/angelus/cap21/estcamada.htm)..... 81
- Figura 014. Difratoograma de Raios-X do padrão de Quartzo e do padrão de Caolinita. Fonte: Varela, 2005. .... 81
- Figura 015. Difratoogramas de duas amostras compostas por Ilita e Quartzo evidenciando intensidades diferentes dos respectivos picos. Essa diferença está indicando a existência de quantidades diferentes de Ilita e Quartzo em cada amostra. Considerando que estas amostras foram processadas pelo FULLPROOF.82
- Figura 016. Gráfico da curva de emissão da termoluminescência. Os picos a serem observados para verificação da intensidade são aqueles quando a amostra está submetida a 325°C e 375°C de temperatura. 85

Figura 017. Disposição horizontal dos materiais construtivos como exemplos de alinhamento de materiais com ordenamentos reconhecíveis e não reconhecíveis. Fonte: Figura pela autora. ....	89
Figura 018. Disposição horizontal dos materiais construtivos como exemplos de nivelamento de materiais alinhados entre si. Fonte: Figura pela autora. ....	90
Figura 019. Disposição vertical dos materiais construtivos sem prumo. Identificação, nos elementos que cruzaram as linhas, da largura do material que está fora da linha, e nos elementos que não tocaram as linhas, pela distância da face do material até a linha. Fonte: Figura pela autora. ....	91
Figura 020. Procedimento de homogeneização da argamassa de assentamento. Fonte: modificado de <a href="http://www.apostilas.netsaber.com.br/apostilas/573.doc">www.apostilas.netsaber.com.br/apostilas/573.doc</a> . ....	103
Figura 021. Tipos de paredes construídas em alvenaria de rocha, tijolo ou mista. Paredes maciças e preenchidas, em tijolo e em rocha. As paredes de rocha podem ser em perpiano, ou seja, quando a pedra ocupa toda a largura de uma parede, com as quatro faces aparelhadas. Fonte: Figura pela autora. ....	105
Figura 022. Execução de paredes a cutelo em alvenaria maciça de tijolo cerâmico. São utilizados mangueira de nível, linha e fio de prumo para garantir o alinhamento, nivelamento e prumo da parede. Fonte: Figura pela autora. ....	107
Figura 023. Mapas de localização do município de Igarassu, Estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. Fonte: Mapas modificados a partir de imagem do Google Earth. ....	110
Figura 024. Mapa de situação do Engenho Monjope. O acesso até a Estrada do Monjope é feito pela BR 101, na altura do km 60. Fonte: Mapa modificado a partir de imagem do Google Earth. ....	110
Figura 025. Mapa de localização do Engenho Monjope. O acesso é feito pela Estrada do Monjope. Fonte: Mapa modificado a partir de imagem do Google Earth. ....	111
Figura 026. Mapa de aldeias e fazendas de propriedade da Companhia de Jesus na Capitania de Pernambuco. Os nomes das aldeias estão sublinhados com linha cheia e os das fazendas com linha tracejada. Fonte: Serafim Leite. História da Companhia de Jesus no Brasil. p. 390. ....	114
Figura 027. Mapa geológico de municípios do Litoral Norte de Pernambuco. Fonte: Estudo da vulnerabilidade e proposta de área de proteção de aquíferos na faixa costeira norte de Pernambuco. LAGESE.UFPE. ....	124
Figura 028. Mapa com localização das lavras de areias e argilas até 5000m de raio do engenho Monjope. Fonte: modificado do mapa de localização das lavras de areia e argila e do zoneamento das minerações (Mapeamento e cadastro de áreas de mineração de areia e argila da região metropolitana do Recife e municípios circunvizinhos: 2006). ....	128
Figura 029. Fachada frontal e posterior da Casa Grande do Engenho Monjope. Levantamento da situação atual. Fonte: Figura pela autora. ....	132
Figura 030. Fachada lateral direita da Casa Grande do Engenho Monjope. Levantamento da situação atual. Fonte: Figura pela autora. ....	133
Figura 031. Fachada lateral esquerda da Casa Grande do Engenho Monjope. Levantamento da situação atual. Fonte: Figura pela autora. ....	134
Figura 032. Planta Baixa do pavimento superior da Casa Grande do Engenho Monjope. Levantamento da situação atual. Fonte: Figura pela autora. ....	135
Figura 033. Planta Baixa do pavimento superior da Casa Grande do Engenho Monjope. Levantamento da situação atual. Fonte: Figura pela autora. ....	136

Figura 034. Identificação e localização dos grupos de alvenaria da casa grande sobre a base gráfica. Fonte: Figura pela autora.....	138
Figura 035. Identificação e localização dos grupos de alvenaria da casa grande sobre a base gráfica. Fonte: Figura pela autora.....	139
Figura 036. Planta Baixa do pavimento térreo com identificação e localização dos 23 tipos de alvenaria da casa grande sobre a base gráfica. Fonte: Figura pela autora.....	149
Figura 037. Planta Baixa do pavimento superior com identificação e localização dos 23 tipos de alvenaria da casa grande sobre a base gráfica. Fonte: Figura pela autora.....	150
Figura 038. Plantas de parte das alvenarias selecionadas para realização de estudos complementares: alvenarias AL01, AL02 e AL04. Fonte: Figura pela autora.....	156
Figura 039. Plantas de parte das alvenarias selecionadas para realização de estudos complementares: alvenarias AL07, AL10 e AL14. Fonte: Figura pela autora.....	157
Figura 040. Resultado do exame macroscópico da amostra 067. Fonte: Figura pela autora.....	161
Figura 041. Resultado do exame macroscópico da amostra 054. Fonte: Figura pela autora.....	162
Figura 042. Resultado do exame macroscópico da amostra 048. Fonte: Figura pela autora.....	162
Figura 043. Resultado do exame macroscópico da amostra 089. Fonte: Figura pela autora.....	163
Figura 044. Resultado do exame macroscópico da amostra 063. Fonte: Figura pela autora.....	163
Figura 045. Resultado do exame macroscópico da amostra 071. Fonte: Figura pela autora.....	164
Figura 046. Resultado do exame macroscópico da amostra 075. Fonte: Figura pela autora.....	164
Figura 047. Resultado do exame macroscópico da amostra 078. Fonte: Figura pela autora.....	165
Figura 048. Resultado do exame macroscópico da amostra 065. Fonte: Figura pela autora.....	165
Figura 049. Resultado do exame macroscópico da amostra 066. Fonte: Figura pela autora.....	166
Figura 050. Resultado do exame macroscópico da amostra 047. Fonte: Figura pela autora.....	166
Figura 051. Resultado do exame macroscópico da amostra 088. Fonte: Figura pela autora.....	167
Figura 052. Resultado do exame macroscópico da amostra 092. Fonte: Figura pela autora.....	167
Figura 053. Resultado do exame macroscópico da amostra 061. Fonte: Figura pela autora.....	168
Figura 054. Resultado do exame macroscópico da amostra 070. Fonte: Figura pela autora.....	168
Figura 055. Resultado do exame macroscópico da amostra 074. Fonte: Figura pela autora.....	169
Figura 056. Resultado do exame macroscópico da amostra 098. Fonte: Figura pela autora.....	169
Figura 057. Comparação dos difratogramas das amostras 062/ 249 e 067/ 253 para verificação de semelhanças ou diferenças entre esses tijolos T01 das alvenarias AL01 e AL07.....	173
Figura 058. Comparação dos difratogramas das amostras 092/ 252 e 085/ 254 para verificação de semelhanças ou diferenças entre essas argamassas da alvenaria AL04.....	173

Figura 059. Comparação dos difratogramas das amostras 092/ 252 e 085/ 254 para verificação de semelhanças ou diferenças entre essas argamassas da alvenaria AL04.....	174
Figura 060. Comparação dos resultados das análises químicas das amostras de tijolo e do sedimento do rio Utinga para verificar se algum dos tijolos pode ter sido feito com esse sedimento. ....	177
Figura 061. Resultado das curvas de emissão de TL de todas as amostras submetidas ao exame. As curvas além de sobrepostas não permitiram a leitura da intensidade. ....	180
Figura 062. Verificação do prumo das alvenarias e dos materiais construtivos a partir da marcação de uma linha contínua vertical e identificação da distância dos materiais até essa linha. Fonte: Figura pela autora. ....	182
Figura 063. Verificação do alinhamento dos materiais construtivos em fiadas a partir da marcação de linhas tracejadas no eixo dos materiais e identificação de unidades que estejam em posição diagonal à linha de referência. Fonte: Figura pela autora. ....	183
Figura 064. Verificação do nivelamento dos materiais construtivos em fiadas a partir da marcação de linhas tracejadas na parte imediatamente inferior e superior do material construtivo e identificação das partes dos materiais que estão acima e abaixo das linhas de referência. Fonte: Figura pela autora. ....	185
Figura 065. Cronologia da edificação considerando as seis alvenarias estudadas, a saber, em ordem crescente: AL04, AL02, AL01/AL07, AL14 e AL10. Fonte: Figura pela autora.....	198
Figura 066. Ficha de identificação do Tijolo T01. Observa-se a cor/ composição de argila branca/cinza, o formato retangular irregular e uma face fraturada e enrugada, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora.220	
Figura 067. Ficha de identificação do Tijolo T02. Observa-se a cor/ composição de argila vermelha, o formato retangular regular e a face íntegra e enrugada, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora.....	220
Figura 068. Ficha de identificação do Tijolo T03. Observa-se a cor/ composição de argila branca, rosa e cinza, o formato retangular regular e a face fraturada e enrugada, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora. ....	221
Figura 069. Ficha de identificação do Tijolo T04. Observa-se a cor/ composição de argila branca, rosa e cinza, o formato retangular irregular e a face fraturada e enrugada, sem aresta. Fonte: Figura pela autora.221	
Figura 070. Ficha de identificação do Tijolo T05. Observa-se a cor/ composição de argila vermelha, amarela, o formato retangular regular e a face fraturada e lisa, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora. ....	222
Figura 071. Ficha de identificação do Tijolo T06. Observa-se o formato retangular irregular e o mau estado de fragmentação da face. Fonte: Figura pela autora. ....	222
Figura 072. Ficha de identificação do Tijolo T7. Observa-se a cor/ composição de argila branca, rosa, cinza e café, o formato retangular irregular e a face fraturada e enrugada, sem aresta. Fonte: Figura pela autora. ....	223
Figura 073. Ficha de identificação do Tijolo T8. Observa-se a cor/ composição de argila vermelho e telha, o formato retangular regular e a face fratura e lisa, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora. ....	223
Figura 074. Ficha de identificação do Tijolo T9. Observa-se a cor/ composição de argila branca, o formato retangular irregular e a face fraturada e enrugada, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora. ....	224
Figura 075. Ficha de identificação do Tijolo T10. Observa-se a cor/ composição de argila branca e cinza, o formato retangular regular e a face íntegra e enrugada, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora.....	224
Figura 076. Ficha de identificação do tipo de rocha 01. Observa-se a rugosidade da superfície da rocha, seu perfil tendendo a circular e a grande variação de tamanhos. Fonte: Figura pela autora.....	225

Figura 077. Ficha de identificação do tipo de rocha 02. Observa-se que a superfície da rocha foi tratada deixando-a mais regular que o perfil, tendendo a quadrangular, e é menor a variação de tamanhos. Fonte: Figura pela autora. ....	225
Figura 078. Ficha de identificação do tipo de agenciamento 01 utilizada em paredes estruturais ou divisórias, com amarração alinhada, mas sem rigidez. Fonte: Figura pela autora. ....	226
Figura 079. Ficha de identificação do tipo de agenciamento 02 utilizada em colunas, com amarração alinhada com rigidez. Fonte: Figura pela autora. ....	226
Figura 080. Ficha de identificação do tipo de agenciamento 03 utilizada em paredes estruturais ou divisórias cujos elementos constituintes estão conglomerados. Fonte: Figura pela autora. ....	227
Figura 081. Registro do tipo de agenciamento 04 utilizado em paredes estruturais ou divisórias, com amarração aleatória. Fonte: Figura pela autora. ....	227
Figura 082. Ficha de identificação do tipo de agenciamento 05 utilizada em colunas e molduras de portas e janelas, sem amarração. Fonte: Figura pela autora. ....	228
Figura 083. Ficha de identificação do tipo de agenciamento 06 utilizada em paredes divisórias, com amarração alinhada, mas sem rigidez. Fonte: Figura pela autora. ....	228
Figura 084. Ficha de identificação da Alvenaria 01. Observar a existência de linhas de continuidade pouco rígidas entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada como parede estrutural ou divisória. Fonte: Figura pela autora. ....	229
Figura 085. Ficha de identificação da Alvenaria 02. Observar a existência de linhas de continuidade rígidas e a elevada espessura da argamassa entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada para compor colunas de 70x70cm. Fonte: Figura pela autora. ....	229
Figura 086. Ficha de identificação da Alvenaria 03. Observar a existência de linhas de continuidade pouco rígidas. Essa alvenaria está sendo utilizada para complementar uma parede, aumentando-a. Fonte: Figura pela autora. ....	230
Figura 087. Ficha de identificação da Alvenaria 04. Observar a ausência de linhas nesta alvenaria, a organização dos elementos que a compõe se assemelha a um conglomerado. A função dessa alvenaria é a de parede estrutural ou divisória. Fonte: Figura pela autora. ....	230
Figura 088. Ficha de identificação da Alvenaria 05. Observar a existência de linhas de continuidade pouco rígidas e utilização de diferentes tipos de tijolo. Essa alvenaria está sendo utilizada para fechar uma porta, transformando-a numa janela. Fonte: Figura pela autora. ....	231
Figura 089. Ficha de identificação da Alvenaria 06. Observar a existência de linhas de continuidade pouco rígidas. Essa alvenaria está sendo utilizada para compor o espaço sob um arco de descarga. Fonte: Figura pela autora. ....	231
Figura 090. Ficha de identificação da Alvenaria 07. Observar a ausência de linhas de continuidade e a utilização de retraços de rocha e de tijolos ao redor das rochas tipo 2. Essa alvenaria está sendo utilizada de duas maneiras: como parede estrutural ou divisória e como moldura para porta e janela. Fonte: Figura pela autora. ....	232
Figura 091. Ficha de identificação da Alvenaria 08. Observar a ausência de linhas, essa alvenaria tem os elementos organizados tipo conglomerado e tem função de parede estrutural ou divisória. Fonte: Figura pela autora. ....	233
Figura 092. Ficha de identificação da Alvenaria 09. Observar a ausência de linhas de continuidade e a função de fechar uma arcada. Fonte: Figura pela autora. ....	233

Figura 093. Ficha de identificação da Alvenaria 10. Observar que essa alvenaria está sendo utilizada para fechar uma porta. Verifica-se a ausência de linhas de continuidade. Fonte: Figura pela autora. ....	234
Figura 094. Ficha de identificação da Alvenaria 11. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal dos materiais construtivos, mas utiliza pedaços de tijolos, seja na posição horizontal como na vertical. Essa alvenaria está sendo utilizada para compor o espaço sob um arco de descarga. Fonte: Figura pela autora. ....	234
Figura 095. Ficha de identificação da Alvenaria 12. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal dos materiais construtivos, mas utiliza não só tijolos inteiros mas também em pedaços. Fonte: Figura pela autora. ....	235
Figura 096. Ficha de identificação da Alvenaria 13. Observar que essa alvenaria não obedece a organização horizontal dos materiais construtivos, essa organização é tipo aglomerado. Fonte: Figura pela autora. ....	235
Figura 097. Ficha de identificação da Alvenaria 14. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal dos materiais construtivos e a existência de linhas de continuidade pouco rígidas. Fonte: Figura pela autora. ....	236
Figura 098. Ficha de identificação da Alvenaria 15. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal e diagonal dos materiais construtivos e que as linhas de continuidade são pouco rígidas. Fonte: Figura pela autora. ....	236
Figura 099. Ficha de identificação da Alvenaria 16. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal dos materiais construtivos e que não há rigidez na organização pela ausência de linhas de continuidade entre tijolos de níveis diferentes. Fonte: Figura pela autora. ....	237
Figura 0100. Ficha de identificação da Alvenaria 17. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal e diagonal dos materiais construtivos e que as linhas de continuidade são pouco rígidas. Fonte: Figura pela autora. ....	237
Figura 0101. Ficha de identificação da Alvenaria 18. Observar a existência de linhas de continuidade rígidas entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada na coluna que suporte duas arcadas. Fonte: Figura pela autora. ....	238
Figura 0102. Ficha de identificação da Alvenaria 19. Observar a existência de sobreposição dos tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada como moldura de uma porta. Fonte: Figura pela autora. ....	238
Figura 0103. Ficha de identificação da Alvenaria 20. Observar a existência de sobreposição dos tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada tanto como coluna (acima) como moldura de uma porta (abaixo). Fonte: Figura pela autora. ....	239
Figura 0104. Ficha de identificação da Alvenaria 21. Observar a existência de linhas de continuidade pouco rígidas entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada como moldura de uma arcada. Fonte: Figura pela autora. ....	240
Figura 0105. Ficha de identificação da Alvenaria 22. Observar a existência de linhas de continuidade rígidas entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada como moldura de uma arcada. Fonte: Figura pela autora. ....	240
Figura 0106. Ficha de identificação da Alvenaria 23. Observar a existência de linhas de continuidade rígidas entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada como moldura de uma arcada. Fonte: Figura pela autora. ....	241

## LISTA DE FOTOS

- Foto 01. Exemplos de tijolos que apresentam a feição externa e tijolos que evidenciam a parte interna. No tijolo A grande parte da face em evidência apresenta as marcas da cocção; nos tijolos B e C, percebe-se, em diferentes graus, a diferença entre a coloração da superfície e da parte interna central. Se os dados fossem ser levantados a partir dos tijolos B e C, não estariam contribuindo para aumentar o conhecimento sobre os procedimentos de preparação dessa material construtivo. Fonte: Foto pela autora. .... 61
- Foto 02. Exemplo de dois tipos de tijolos considerando a coloração da pasta a partir da superfície. Observar que os tijolos da direita, por estarem seccionados, permitem a visualização do interior enegrecido, mas é na superfície que se pode verificar a coloração da pasta. Fonte: Foto pela autora. .... 63
- Foto 03. Rocha sedimentar terrígena macroclástica como exemplo de agrupamento de materiais sem ordenamento reconhecível. Conglomerado do Vale da Capivara no Parque Nacional Serra da Capivara, São Raimundo Nonato, PI. Fonte: Foto pela autora. .... 88
- Foto 04. Exemplo de molde de madeira para preparação de tijolos cerâmicos maciços e do procedimento de retirar os tijolos conformados do molde. Esse molde permite que três unidades de tijolos sejam moldados ao mesmo tempo. Fonte: olariatudo em [http://www.griootzen.com/index.php?base\\_principal=base&id\\_base=8](http://www.griootzen.com/index.php?base_principal=base&id_base=8). .... 97
- Foto 05. Exemplo de queima de tijolos maciços, onde o forno é resultado da organização dos tijolos. Fonte: olariatudo em [http://www.griootzen.com/index.php?base\\_principal=base&id\\_base=8](http://www.griootzen.com/index.php?base_principal=base&id_base=8). .... 99
- Foto 06. Vista frontal do Engenho Monjope a partir do acesso principal. Da esquerda para a direita: capela de São Pedro e casa grande. Fonte: Foto pela autora. .... 112
- Foto 07. Vista frontal da casa grande do Engenho Monjope. Igarassu. PE. Fonte: Foto pela autora. .... 112
- Foto 08. Vista da situação atual da casa grande (fachadas frontal e lateral direita). Vê-se o mau estado de conservação da edificação, principalmente pela ausência de reboco, tombamento dos arcos das esquadrias e pela existência de vegetação nas paredes. Fonte: Foto pela autora. .... 120
- Foto 09. Vista dos cômodos do acesso principal à casa grande. Fonte: Foto pela autora. .... 121
- Foto 010. Vista da janela ou porta, dentro da casa, com pé-direito de h = 1,81 metros. Fonte: Foto pela autora. .... 121
- Foto 011. Vista dos restos da escada que dava acesso ao pavimento superior. Vêm-se as ruínas da estrutura de alvenaria que dava suporte à escada e os restos da estrutura de madeira do piso do pavimento superior. Fonte: Foto pela autora. .... 122
- Foto 012. Grade metálica quadrada, de 1mx1m, com cordas verticais e horizontais a cada 10cm, que permite realizar o levantamento do agenciamento das alvenarias com precisão e velocidade, em campo ou no laboratório. Fonte: Foto pela autora. .... 181

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01.	Percentual de alvenaria por tipo no pavimento térreo. Fonte: Figura pela autora.....	154
Gráfico 02.	Percentual de alvenaria por tipo, no pavimento superior. Fonte: Figura pela autora.....	154
Gráfico 03.	Difratograma da amostra 075/242 – Tijolo T07. ....	211
Gráfico 04.	Difratograma da amostra 071/244 – Tijolo T05. ....	211
Gráfico 05.	Difratograma da amostra 063/243 – Tijolo T02/ ALVENARIA 07.....	212
Gráfico 06.	Difratograma da amostra 048/250 – Tijolo T02/ ALVENARIA 02. ....	212
Gráfico 07.	Difratograma da amostra 062/249 – Tijolo T01/ ALVENARIA 07. ....	213
Gráfico 08.	Difratograma da amostra 067/253 – Tijolo T01/ ALVENARIA 01. ....	213
Gráfico 09.	Difratograma da amostra 092/252 – Argamassa 04.....	214
Gráfico 010.	Difratograma da amostra 085/254– Argamassa 04. ....	214
Gráfico 011.	Difratograma da amostra 047/257 – Argamassa 02. ....	215
Gráfico 012.	Difratograma da amostra 074/262 – Argamassa 14.....	215
Gráfico 013.	Difratograma da amostra 070/261 – Argamassa 01. ....	216
Gráfico 014.	Difratograma da amostra 064/258 – Rocha 01. ....	216
Gráfico 015.	Elementos presentes na amostra 075/242 identificados a partir de FRX. Análise e resultados realizados no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI do Departamento de Energia Nuclear – DEN da UFPE. ....	217
Gráfico 016.	Elementos presentes na amostra 063/243 identificados a partir de FRX. Análise e resultados realizados no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI do Departamento de Energia Nuclear – DEN da UFPE. ....	217
Gráfico 017.	Elementos presentes na amostra 071/244 identificados a partir de FRX. Análise e resultados realizados no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI do Departamento de Energia Nuclear – DEN da UFPE. ....	218
Gráfico 018.	Elementos presentes na amostra 062/249 identificados a partir de FRX. Análise e resultados realizados no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI do Departamento de Energia Nuclear – DEN da UFPE. ....	218
Gráfico 019.	Elementos presentes na amostra 098/255 identificados a partir de FRX. Análise e resultados realizados no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI do Departamento de Energia Nuclear – DEN da UFPE. ....	219

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 01.</b>	Nomenclatura da granulometria de detritos sedimentares. ....	76
<b>TABELA 02.</b>	Tabela de Compton, 1962. ....	77
<b>TABELA 03.</b>	Planilha para estimativa de percentagem. ....	78
<b>TABELA 04.</b>	Tabela das lavras de areia identificadas num raio de 5km a partir do Engenho Monjope. Igarassu/PE. Fonte: Mapeamento e cadastro de áreas de mineração de areia e argila da região metropolitana do Recife e municípios circunvizinhos: 2006. Anexo 1).....	126
<b>TABELA 05.</b>	Tabela das lavras de argila identificadas num raio de 5km a partir do Engenho Monjope. Igarassu/PE. Fonte: Mapeamento e cadastro de áreas de mineração de areia e argila da região metropolitana do Recife e municípios circunvizinhos: 2006. Anexo 1).....	127
<b>TABELA 06.</b>	Tabela resumo de tipos de tijolos identificados no levantamento dos materiais construtivos da casa grande. Foram identificados treze tipos, mas só 10 tipos serão considerados no âmbito deste trabalho. ....	142
<b>TABELA 07.</b>	Tabela resumo de tipos de rochas para construção civil identificadas no levantamento dos materiais construtivos da casa grande. Foram identificados dois tipos. ....	143
<b>TABELA 08.</b>	Tabela resumo de tipos de agenciamento identificados no levantamento dos materiais construtivos da casa grande. ....	145
<b>TABELA 09.</b>	Tabela resumo do catálogo de tipos de alvenaria identificados no levantamento dos materiais construtivos e do agenciamento dos materiais da casa grande. ....	147
<b>TABELA 010.</b>	Tabela com lista de alvenarias identificadas no levantamento de campo na casa grande relacionando-as aos vinte e três tipos de alvenarias. ....	148
<b>TABELA 011.</b>	Tabela das quantidades, em metro linear, de alvenaria por tipo, presente no pavimento térreo da casa grande do Engenho Monjope. Igarassu/PE. ....	154
<b>TABELA 012.</b>	Tabela das quantidades, em metro linear, de alvenaria por tipo, presente no pavimento superior da casa grande do Engenho Monjope. Igarassu/PE. ....	154
<b>TABELA 013.</b>	Lista das amostras de materiais de construção (argamassa, tijolo e rocha) enviadas para análise de DRX. ....	172
<b>TABELA 014.</b>	Lista das amostras enviadas para análise de FRX pelo sistema de EDXRF. ....	175
<b>TABELA 015.</b>	Lista das amostras enviadas para análise de FRX pelo sistema de WDXRF. ....	176
<b>TABELA 016.</b>	Lista das amostras de tijolos cerâmicos maciços das alvenarias da casa grande enviadas para datação por TL. ....	179

## LISTA DE SIGLAS

CTG	Centro de Tecnologia
DEN	Departamento de Energia Nuclear
DRX	Difração de Raios-X
FRX	Fluorescência de Raios-X
FUNDARPE	Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco
MAE-USP	Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo
PPArq	Programa de Pós-Graduação em Arqueologia
PUC-RS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
TL	Termoluminescência
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

## SUMÁRIO

RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	7
LISTA DE ANEXOS .....	8
LISTA DE APÊNDICES .....	9
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE FOTOS .....	16
LISTA DE GRÁFICOS .....	17
LISTA DE TABELAS .....	18
LISTA DE SIGLAS .....	19
INTRODUÇÃO .....	22
<i>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REFERENCIAIS METODOLÓGICOS....</i>	<i>29</i>
1.1 CRÍTICA À TENDÊNCIA TEÓRICA PROCESSUAL-FUNCIONALISTA .....	29
1.2 A TENDÊNCIA TEÓRICA PROCESSUAL-COGNITIVA E O ENFOQUE TECNOLÓGICO .....	34
1.2.1 A Tendência Teórica Processual-Cognitiva.....	34
1.2.2 Processamento de dados na abordagem Processual-Cognitiva.....	37
1.2.3 O Enfoque Tecnológico e a Análise das Estruturas em Alvenaria .....	38
1.2.4 Mudança Tecnológica.....	40
1.3 O UNIVERSO DA PESQUISA E O CARÁTER MULTIDISCIPLINAR .....	41
<i>CAPÍTULO 2. MÉTODO PARA ANÁLISE DE ESTRUTURAS EM ALVENARIA .....</i>	<i>44</i>
2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS .....	47
2.1.1 Fontes documentais .....	47
2.1.2 Fontes físicas .....	49
2.2 ANÁLISE DE DADOS.....	92
2.2.1 Identificação de tipos.....	92
2.2.2 Identificação das cadeias operatórias.....	94
<i>CAPÍTULO 3. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO .....</i>	<i>109</i>
3.1 ENGENHO MONJOPE.....	109
3.1.1 Casa Grande.....	112
3.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO .....	113
3.2.1 Levantamento e processamento de dados históricos.....	113

3.2.2	Levantamento e processamento de dados em campo.....	119
3.2.3	Seleção das Alvenarias a Serem Analisadas .....	153
3.2.4	Levantamento e processamento de dados complementares em campo.....	157
3.2.5	Análise dos dados .....	186
3.3	CONCLUSÃO.....	196
3.3.1	<i>Modus construendi</i> .....	196
3.3.2	Cronologia da edificação .....	197
3.3.3	Mudança Tecnológica.....	201
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	202
	BIBLIOGRAFIA.....	208
	ANEXOS .....	211
	APÊNDICES .....	220

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho surgiu da constatação de que, no âmbito da pesquisa acadêmica brasileira em programas de arqueologia, as estruturas construídas em alvenaria têm sido cientificamente exploradas aquém do seu potencial informativo. Porém, na realidade, essas estruturas materializam uma maneira de construir, ou seja, uma seleção de recursos disponíveis associados a conhecimentos transmitidos por gerações.

Dentre os trabalhos que estudam essas estruturas, o objetivo está voltado mais na descrição do espaço tridimensional, da funcionalidade da edificação e/ou das cronologias de construção. O foco está na edificação e não nas culturas dos homens do passado, sendo praticamente nulas as referências às comunidades e aos seus comportamentos.

Dos três cursos de pós-graduação em arqueologia existentes no Brasil: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Universidade de São Paulo – USP e Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC-RS, até o ano de 2008, 20 dissertações, do total de 141 defendidas, e 10 teses, das 38 defendidas, abordaram temas relacionados a estruturas em alvenaria. Desse total, apenas 4 dissertações e 1 tese utilizaram os dados obtidos das estruturas para conhecer as comunidades.

Na UFPE<sup>1</sup>, do total de 29 dissertações, 12 analisaram estruturas em alvenaria. Deste conjunto, 7 tinha como objetivo descrever seu espaço tridimensional e/ou as suas cronologias de construção, 2 utilizaram as informações espaciais da estrutura para contextualizar o sítio arqueológico<sup>2</sup> e 3 estudaram o espaço e as cronologias de construção da edificação para conhecer as comunidades<sup>3</sup>. Das 4 teses defendidas, apenas

---

<sup>1</sup> O Programa de Pós-Graduação em Arqueologia - PPArq da UFPE teve início em 1974 como uma área de concentração do Programa de Pós-Graduação em História, do Centro de Filosofia e Ciências Humanas - CFCH. No ano de 2003 tornou-se independente e vem propiciando a elaboração de pesquisas em três linhas de concentração: Conservação do Patrimônio Cultural Histórico e Pré-Histórico; Enclaves Regionais da Pré-História; e Registros Gráficos Rupestres da Pré-História do Nordeste.

<sup>2</sup> MEDEIROS, Elisabeth Gomes de Matos. Título da dissertação: O povoado dos arrecifes e o baluarte holandês do século XVII; e BORGES, Fabio Mafra. Título da dissertação: Marim dos Caeté: caracterização histórico-arqueológica do Sítio do Campo, Paulista-PE (século XVII e XVIII).

<sup>3</sup> COSTA, Carlos Alberto Santos. Título da dissertação: A influência do Colégio dos Jesuítas na configuração da malha urbana de Salvador-BA (1549-1760); SILVA JUNIOR, Luiz Severino da. Título da

1 teve como objeto de pesquisa uma estrutura em alvenaria. O autor estudou o espaço tridimensional da Igreja e Convento do Carmo, Olinda/PE, buscando identificar a presença da cultura artística espanhola nas formas e decorações da edificação<sup>4</sup>.

Na USP<sup>5</sup>, das 46 dissertações defendidas, apenas 1 utilizou a estrutura em alvenaria como objeto de estudo, porém limitou-se a descrever o seu espaço tridimensional e as suas cronologias de construção<sup>6</sup>. Apesar de a autora ter proposto a utilização dos materiais construtivos como fonte de dados e de querer utilizar as informações espaciais para discutir as mudanças no modo de vida da comunidade, o resultado da pesquisa consistiu numa sucinta descrição de parte dos materiais construtivos, na descrição das edificações e na apresentação das atividades desenvolvidas no interior delas ao longo do tempo. Quanto às teses, das 32, apenas 5 trataram de temas relacionados a estruturas em alvenaria e sítios históricos e destas, apenas 1 utilizou os dados retirados das construções para discutir o comportamento da comunidade<sup>7</sup>. Nesse trabalho, o autor além de aprofundar questões sobre o espaço tridimensional e sobre a função da edificação, utilizou essas informações e outras, obtidas com análise arqueométricas, para “reencontrar” a sociedade mameluca de São Paulo. Das outras 4 teses, 3 trataram apenas do espaço tridimensional, buscando

---

dissertação: O Forte do Matos e o crescimento urbano do extremo sul do Recife: uma perspectiva arqueológica, 1680 – 1730; e, PEREIRA FILHO, Antônio de Moura. Título da dissertação: *Análise do Art Nouveau* no Estado de Pernambuco (1870-1939).

<sup>4</sup> SOUZA, Fernando Antonio Guerra de. As duas faces de um mesmo monumento: a Igreja e o Convento de Santo Antônio do Carmo em Olinda, Pernambuco. Recife: UFPE, 2007. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

<sup>5</sup> O Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da USP oferece duas áreas de concentração para pesquisas em arqueologia: Arqueologia e Arqueologia e Patrimônio. Área de Concentração I: Arqueologia; Linhas de Pesquisa: - Artefatos e cultura material: significados e potencialidades; - Processos de formação do registro arqueológico; - Representações simbólicas em arqueologia; - Processos de formação e transformação social; - Espaço e organização social. Área de Concentração II: Arqueologia e Patrimônio; Linhas de Pesquisa: - Gestão e Ordenamento Jurídico do Patrimônio Arqueológico; - Arqueologia e Educação; - Musealização da Arqueologia; - Arqueologia Preventiva; - História da Arqueologia e Perspectivas Teóricas Contemporâneas. Esse Programa teve início em 1972 como uma área de concentração do Programa de Antropologia Social da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - FFLCH. Em 2004 passou a ser um programa independente com sede no Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo - MAE-USP.

<sup>6</sup> QUEIROZ, Claudia Moreira. Chácara Xavier: um estudo de caso em arqueologia histórica. Dissertação. 12-12-2006. USP.

<sup>7</sup> ZANETTINI, Paulo Eduardo. Maloqueiros e seus palácios de barro: o cotidiano doméstico na Casa Bandeirista.

descrever as estruturas e sítios, sua função e evolução histórica<sup>8</sup>; e 1, denominada pelo próprio autor de “inventário”, apesar de se propor a discutir as mudanças nos hábitos da comunidade, apenas descreve essas mudanças a partir de dados históricos e não arqueológicos<sup>9</sup>.

Finalmente, das dissertações e teses defendidas na PUC-RS<sup>10</sup>, 7, das 66 dissertações, têm como objeto estruturas em alvenaria ou sítios históricos. E desse conjunto, 1 utilizou dados espaciais para tratar da cultura da comunidade. Nesse trabalho, a autora se propôs a fazer uma correlação entre as mudanças no espaço urbano da cidade de Porto Alegre e a mudança nos valores culturais da sociedade ao longo do século XIX. Contudo, as outras 5 dissertações trataram apenas de descrever o espaço tridimensional dos sítios e edificações, a fim de explicar sua função; e, 1 utilizou os dados espaciais para contextualizar o sítio e apresentar suas cronologias de evolução.

E apenas 4, das 22 teses, trataram de temas relacionados a estruturas em alvenaria, mas nenhuma as utilizou para explicar o comportamento das comunidades passadas. Dessas 4 teses, 1 fez a descrição espacial dos edifícios<sup>11</sup>; e 3, apesar de não se limitarem ao espaço tridimensional, não utilizaram as estruturas e seus materiais construtivos como fonte de dados: uma delas utilizou utensílios domésticos para explicar os traços culturais da comunidade<sup>12</sup>; outra se propôs a fazer uma relação entre espaço e identidade<sup>13</sup>; e a última fez um trabalho descritivo a partir de dados históricos e não arqueológicos<sup>14</sup>.

---

<sup>8</sup> MACHADO, Neli Teresinha Galarce. Entre guardas e casarões: um pouco da história do interior do RS - uma perspectiva arqueológica; CORRÊA, Marcus Vinicius de Miranda. Da Capela Carmelita a Catedral Metropolitana de Manaus (AM) Uma arqueologia da arquitetura; e ZEQUINI, Anicleide. Arqueologia de uma fábrica de ferro: morro de Araçoiaba séculos XVI-XVIII.

<sup>9</sup> VILAR, Dalmo Dippold. Água aos cântaros - os reservatórios da Cantareira: um estudo de Arqueologia Industrial.

<sup>10</sup> O Programa de Pós-Graduação em História da PUC de Porto Alegre/ RS conta com três áreas de concentração: História do Brasil, História Ibero-americana e Arqueologia. O Programa foi criado em 1970, mas foi desde 1981 que começaram a ser defendidas teses e dissertações em arqueologia.

<sup>11</sup> MARQUES, Fernando Luiz Tavares. Modelo da Agroindústria Canavieira Colonial no Estuário Amazônico: Estudo Arqueológico de Engenhos dos Séculos XVIII e XIX. Data: 20/07/2004. Arqueologia

<sup>12</sup> TOCCHETTO, Fernanda Bordin. Fica Dentro ou Joga Fora? Sobre Práticas Cotidianas em Unidades Domésticas na Porto Alegre Oitocentista. Data: 15/01/2004. Arqueologia;

A partir da análise desses trabalhos acadêmicos, constatou-se também que nos casos em que o comportamento das comunidades é foco da pesquisa, as fontes de dados exploradas são os documentos históricos e vestígios de utensílios domésticos associados à estrutura. Ficando de lado a própria estrutura e os dados construtivos extraídos dela.

No entanto, se os vestígios arqueológicos pré-históricos, como a cerâmica, por exemplo, são considerados documentos da memória coletiva e são utilizados como meio para se conhecer a comunidade e sua cultura, porque as estruturas históricas em alvenaria não são?

Na presente pesquisa parte-se do pressuposto de que as estruturas em alvenaria também são documentos da memória coletiva e podem ser utilizadas para se conhecer as comunidades e suas culturas. E, ainda, , como já foi dito inicialmente, que os dados extraídos das estruturas têm elevado potencial informativo, especificamente sobre o comportamento construtivo da comunidade, ou seja, o seu *modus construendi*. A maneira de construir, segundo Bardeschi<sup>15</sup>, é o conjunto de escolhas feitas na utilização dos recursos disponíveis para se alcançar objetivos específicos; o *modus construendi* está relacionado à própria tradição de uma comunidade.

*“(...) a construção de uma casa tradicional se desenvolve segundo um programa executivo... que é passado de uma geração a outra segundo modelos organizativos de normas e regras amplamente experimentadas e codificadas...” (LONDINO, 1998: p.187).*

A proposta através desta pesquisa é, portanto, sistematizar um método multidisciplinar que permita levantar e processar dados de estruturas em alvenaria para extrair informações sobre o *modus construendi* das comunidades que as edificaram, as cronologias de construção do edifício e verificar a existência, ou não, de mudança

---

<sup>13</sup> THIESEN, Beatriz Valladão. Fábrica, Identidade e Paisagem Urbana: arqueologia da Bopp Irmãos (1906-1924). Data: 14/03/2005. Arqueologia

<sup>14</sup> UESSLER, Cláudia de Oliveira. Sítios arqueológicos de assentamentos fortificados ibero-americanos na Região Platina Oriental. Data: 22/03/2006. Arqueologia.

<sup>15</sup> Bardeschi, 2005: p.84.

tecnológica na maneira de se construir em alvenaria. Até o momento essas informações não estavam acessíveis, pela ausência de um instrumento de pesquisa.

O objetivo é, portanto, utilizar a história construtiva do edifício, através da identificação das características físicas da estrutura, de seus materiais e técnicas construtivas, como estratégia de conservação e restauração, orientando projetos arquitetônicos e estruturais. Esse conjunto de informações permite hierarquizar<sup>16</sup> as partes da edificação que apresentam cronologias de construção diferentes e orientar a escolha dos materiais e técnicas construtivas a serem utilizadas. Segundo D'Agostino, toda intervenção de conservação e restauração deve ter como princípios a busca pela homogeneidade de materiais e técnicas, compatibilidade construtiva com o monumento, durabilidade de mais de 100 anos dos materiais escolhidos e reversibilidade da intervenção<sup>17</sup>.

Deve-se, contudo, esclarecer que os resultados obtidos a partir de uma edificação não podem ser generalizados para toda a sociedade de uma época. Cada caso pode ser único. Porém, se se reunissem os resultados de um conjunto de edificações em uma região, seria possível conhecer aspectos da cultura construtiva da comunidade dessa região em um dado momento temporal, ou mesmo ao longo de um período temporal determinado.

Através desse trabalho, não se pretende oferecer uma técnica acabada de levantamento de dados e sim, estabelecer um roteiro básico a partir do qual o pesquisador, de maneira consciente, pode levantar e processar dados; a começar do que focar e de como observar em uma estrutura em alvenaria, até a definição mais criteriosa das formas mais adequadas de registro e as possíveis análises e resultados.

Considerando o âmbito em que se insere essa pesquisa, como uma atividade de pós-graduação em arqueologia, o estudo foi direcionado ao sistema construtivo das paredes e colunas das edificações em alvenaria. Assim, foram detalhados os processos de estudo das paredes e colunas edificadas em alvenaria de pedra, de tijolo e mista. A escolha das

---

<sup>16</sup> A hierarquização de alvenarias pressupõe a pré-definição da hierarquia de atributos relativos às alvenarias, como antiguidade, grau de preservação, grau de autenticidade etc. Os atributos devem ser definidos para cada caso.

<sup>17</sup> D'Agostino: 1999. p. 17.

paredes e das colunas como objeto de estudo se justificou por se tratar de elementos que resistem ao tempo; por estar quase sempre visíveis, não exigindo uma escavação; mas, principalmente, porque reúnem uma grande complexidade construtiva. Uma parede implica em materiais e sistemas construtivos, espaço tridimensional e conhecimentos técnicos. Essa escolha, no entanto, não limita o método, pois uma vez comprovada a sua utilidade científica, será possível, com alguns ajustes nos procedimentos operacionais propostos, ampliar a variedade de partes da edificação e de sistemas construtivos a serem analisados.

Como, a partir desse trabalho, o objetivo é conhecer a comunidade através das estruturas de valor histórico/cultural, não se fez necessário o estudo do seu comportamento mecânico. Enquanto o método proposto possibilita conhecer a cultura construtiva de uma comunidade e assim permite a elaboração de um projeto arquitetônico que valorize as partes da edificação e conseqüentemente a sua comunidade; o estudo do comportamento mecânico é etapa complementar no processo de restauração permitindo que o projeto elaborado seja executado e que a estabilidade mecânica da construção seja mantida.

Para obtenção dos dados desejados, foram utilizados métodos quantitativos provenientes de outras disciplinas como a arquitetura, engenharia, geologia, mineralogia, química, física. Ao se observar uma estrutura de alvenaria, os conhecimentos da arquitetura e da engenharia permitem analisar o espaço tridimensional, os sistemas construtivos e identificar os conhecimentos técnicos utilizados; observando-a na escala dos materiais construtivos, são os conhecimentos geológicos e mineralógicos que permitem aprofundar o olhar e evidenciar os conhecimentos técnicos usados na preparação dos materiais e a própria matéria-prima utilizada. Para auxiliar essas análises, são os métodos quantitativos que vão permitir identificar grupos de materiais e de alvenarias e técnicas de preparação como, por exemplo, os arqueométricos.

Através dos dados levantados, podem ser identificados tipos de alvenarias. Cada tipo representa um conjunto de cadeias operatórias, ou seja, materializam em si materiais construtivos, mão-de-obra e instrumentos. A partir do reconhecimento das cadeias operatórias envolvidas na construção de um edifício, é possível descrever o *modus construendi* de uma comunidade. Faz parte das diversas maneiras de construir, os conhecimentos técnicos, tais como, sistemas de medição, utilização de ferramentas e

escolha e agenciamento dos materiais, seguindo um projeto pré-concebido e uma programação de atividades.

A verificação da aplicação desse método foi feita a partir da sua aplicação a uma construção existente. O estudo de caso foi feito na casa grande do Engenho Monjope, em Igarassu, PE. A escolha dessa estrutura construída fundamentou-se na grande variedade de paredes construídas com diferentes alvenarias e na disponibilidade de observação de seus sistemas construtivos. Foram identificados vinte e três grupos de alvenarias, utilizando rochas e tijolos como materiais construtivos e argamassa como material ligante.

## **Capítulo 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REFERENCIAIS METODOLÓGICOS**

Os trabalhos arqueológicos de enfoque processualista, também chamado enfoque processual-funcionalista<sup>18</sup>, têm a tendência de produzir estudos cujo foco está na dimensão espacial da edificação e não na cultura da comunidade. Mas não era esse o interesse científico dos arqueólogos que apresentavam essa tendência. A proposta dessa *nova arqueologia* foi ser uma arqueologia explicativa interessada em compreender quais foram os motores de transformação da sociedade, deixando para trás o caráter descritivo e historicista das arqueologias mais tradicionais<sup>19</sup>. E a análise espacial foi uma das inovações incorporadas por esse enfoque<sup>20</sup>.

Assim sendo, como explicar a existência de trabalhos sobre estruturas em alvenaria elaborados no âmbito do enfoque processual-funcionalista, que se encerram na descrição do espaço tridimensional, da função e das cronologias de construção da edificação ou do sítio?

### **1.1 CRÍTICA À TENDÊNCIA TEÓRICA PROCESSUAL-FUNCIONALISTA**

Na primeira metade do século XX, a *arqueologia do processo* surgiu no âmbito de uma sociedade norte-americana que queria compreender as causas do conflito estabelecido entre as classes sociais. Essa sociedade buscava o fim da exploração entre as classes e o bem estar social. Décadas depois, a partir de 1960, a sociedade se modificou e passou a buscar a manutenção daquela condição de exploração das classes mais favorecidas sobre as classes menos favorecidas. A partir das correntes teóricas materialista e funcionalista, base do paradigma moderno que se formava, o comportamento humano passou a ser entendido como parte de um sistema social onde cada elemento ou subsistema tinha sua função e era interdependente dos demais. Essa idéia de sociedade harmônica, tendendo ao

---

<sup>18</sup> O termo *processual-funcionalista* foi utilizado por Renfrew e Bahn (1991: p. 451) para diferenciar esse enfoque teórico arqueológico, desenvolvido na década de 1970, de outro enfoque desenvolvido na década de 1980, o *processual-cognitivo*.

<sup>19</sup> A tendência teórica processual-funcionalista também é conhecida pelas seguintes denominações: Arqueologia Processual, Arqueologia do Processo, Nova Arqueologia e New Archeologie.

<sup>20</sup> Gally, 1986: p. 30.

equilíbrio, foi considerada pela arqueologia e projetada para o passado pelo novo enfoque processualista<sup>21</sup>.

Essa mudança de paradigma produziu uma nova configuração disciplinar. A arqueologia recebeu influências da escola filosófica do neo-positivismo lógico, da Teoria Geral dos Sistemas – TGS de Ludwing Von Bertalanffy e, conseqüentemente, dos estudos estatísticos e matemáticos que vinham sendo praticados em outras disciplinas e do enfoque teórico ecológico-cultural em desenvolvimento na antropologia norte-americana<sup>22</sup>. A contribuição dessas proposições intelectuais à estruturação da nova arqueologia será apresentada a seguir.

A influência do neo-positivismo lógico à arqueologia processual-funcionalista permitiu, principalmente, aproximar a disciplina arqueológica de um conhecimento racional, científico e nomológico como acontecia nas ciências exatas. Até aquele momento, a produção arqueológica baseava-se na observação de fenômenos particulares para induzir princípios gerais. A fragilidade das Leis estabelecidas a partir dessa abordagem empírico-indutiva não permitia que a arqueologia fosse considerada uma ciência, pois qualquer exceção as faria perder seu valor<sup>23</sup>. Com essas novas discussões filosóficas, passou-se a utilizar o método hipotético-dedutivo através do qual a observação de fenômenos particulares passou a ser orientada por princípios gerais de caráter hipotético. Essas hipóteses e teorias, quando confirmadas pelos dados empíricos, assumiam valor de Leis gerais válidas para todas as culturas (caráter nomológico do conhecimento científico). E toda essa construção científica considerava válida e necessária a realização de comparações entre diferentes teorias científicas, mesmo que oriundas de enfoques e paradigmas distintos (interdisciplinaridade)<sup>24</sup>. Foi esse conjunto de elementos que permitiu aos trabalhos de enfoque processualista serem considerados como pesquisas científicas, e não como estudos históricos de eventos singulares<sup>25</sup>. No entanto, apesar dos

---

<sup>21</sup> Hernando, 2002. p. 15-46.

<sup>22</sup> Sanjuán, 2005: p. 187.

<sup>23</sup> Martínez, 1990: p. 227.

<sup>24</sup> Sanjuán, op.cit. p. 188.

<sup>25</sup> Trigger, 2004: p. 293.

avanços, essa escola filosófica, ao sobrevalorizar os dados na sua capacidade de comprovar as hipóteses formuladas, acabou dissociando teoria e prática, o que dificultou a sua comprovação e o reconhecimento dos resultados alcançados.

A partir da nova estruturação formal da disciplina, buscou-se ampliar a visão funcionalista de origem antropológica, na qual a sociedade era formada por sistemas e que a mudança em um sistema promoveria mudança nos demais – relação de causa e efeito. Os arqueólogos dessa tendência processual se apoiaram na TGS, que defendia um processo de realimentação entre os sistemas, ou seja, sugerindo a existência de um processo dinâmico e circular onde todo efeito é a causa de uma nova transformação, num processo contínuo onde não há nem princípio nem fim definidos. Através da TGS, almejava-se também poder quantificar matematicamente e estatisticamente o comportamento de cada sistema a partir de um mesmo conjunto de variáveis que, depois de comparadas, permitiria a construção de um modelo de co-variância. Esse modelo seria a verificação de como um sistema funcionava quando os demais componentes do sistema mudavam concatenadamente. A observação do funcionamento de um sistema em comparação com outros sistemas é que permitiria ao arqueólogo descobrir Leis gerais do comportamento humano<sup>26</sup>. Mas, segundo Sanjuán, a TGS nunca foi aplicada na arqueologia utilizando todo o rigor matemático proposto, apesar da sua intenção de ser um heurístico universal de análise. Sua aplicação foi simplificada. Os sistemas e as variáveis pré-identificadas eram muito gerais, dificultando sua contrastação e conseqüente generalização. No entanto, a influência da TGS na disciplina arqueológica levou os pesquisadores a seguirem as suas orientações formais, permitindo que os trabalhos fossem considerados como pesquisas científicas<sup>27</sup>.

Finalmente, a contribuição do enfoque teórico ecológico-cultural à arqueologia do processo, estava relacionada à necessidade de aprofundar o conhecimento sobre os sistemas e subsistemas. Essa corrente de pensamento foi incorporada pela sua proposta de estudar as relações da sociedade humana com o meio-ambiente a partir das transformações tecnológicas, demográficas, sociais e econômicas, excluindo os sistemas

---

<sup>26</sup> Martínez, op.cit. p. 243-245.

<sup>27</sup> Sanjuán, op.cit. p. 189.

religioso, ideológico e psicológico. Ou seja, considerou a existência de dois sistemas, um sociocultural, exclusivamente infra-estrutural, e um ambiental, que estariam inter-relacionados dinamicamente. E defendeu que o meio-ambiente nem determinava nem limitava o comportamento sociocultural do homem, esse papel cabendo ao sistema sociocultural<sup>28</sup>. Pelo determinismo infra-estrutural, a sociedade se adaptava à natureza através da tecnologia disponível e pelo seu estágio de organização socioeconômico<sup>29</sup>.

Esse enfoque teórico, ao excluir os aspectos superestruturais do sistema sociocultural, simplificou a complexa realidade do homem e, conseqüentemente, limitou o alcance do enfoque processual-funcionalista.

Apesar disso, umas das repercussões consideradas mais significativas da ecologia-cultural foi o surgimento da arqueologia espacial, através da qual se acreditava que um sítio refletia diretamente a relação entre um grupo humano e a natureza e auxiliaria na identificação dos motores da transformação da sociedade<sup>30</sup>. A *Arqueologia Espacial*, ou análise espacial arqueológica, são métodos que estão diretamente relacionados à identificação e registro da localização dos vestígios encontrados. Segundo Sanjuán, seu objetivo é “... recuperar a informação relativa às relações espaciais arqueológicas e o estudo das conseqüências espaciais da atividade humana do passado dentro e entre contextos e estruturas...”<sup>31</sup>. Esse tipo de análise foi considerado fundamental para investigar a implantação de uma sociedade ou cultura em um ambiente, uma vez que permitiu observar a distribuição das ocupações por função e as suas fases cronológicas. A arqueologia espacial foi dividida arbitrariamente em três níveis, a fim de facilitar a investigação: uma escala micro, cujo foco está nas estruturas e contextos individuais, como uma casa ou uma tumba, uma escala semi-micro, que observa sítios onde se

---

<sup>28</sup> A corrente *determinista* considera os subsistemas do meio-ambiente (geologia, clima, fauna, flora) como responsáveis pelas diferentes configurações sócio-culturais do homem. E o *possibilismo*, defendia que o meio-ambiente impunha limites à formação e evolução cultural do homem (SANJUÁN, 2005. p. 190-191). O *determinismo infra-estrutural*, por sua vez, defendeu que a causa da mudança social e cultural estava na esfera econômico-subsistencial e tecnológica (SANJUÁN, 2005. p. 194).

<sup>29</sup> Sanjuán, op.cit. p. 190-191.

<sup>30</sup> Idem. p. 195-196.

<sup>31</sup> Ibidem: p. 201.

desenvolvem atividades coletivas, e uma escala macro, que busca compreender as relações entre sítios e entre um sítio e o meio-ambiente<sup>32</sup>.

*“Desde o momento em que a influência da Ecologia-Cultural se associa à arqueologia surge todo um novo âmbito disciplinar, todo um novo conjunto de problemas e perguntas que a arqueologia nunca havia feito e que a partir desse momento deve responder. A investigação arqueológica das pautas de assentamentos se converte numa ferramenta fundamental de análise da ecologia humana”.*<sup>33</sup>

Foi a partir da análise espacial arqueológica que a dimensão espacial passou a ser considerada nos estudos arqueológicos. Até então, o espaço era considerado um “*cenário imutável*” onde se desenvolvia a atividade humana<sup>34</sup>. Em trabalhos anteriores à década de 70, a utilização de mapas tinha o objetivo de ilustrar a posição e área geográfica das culturas identificadas e a circulação de bens entre os grupos culturais<sup>35</sup>. O espaço não era objeto de análise, era apenas o lugar onde se encontravam os vestígios arqueológicos.

No entanto, apesar da construção teórico-metodológica inovadora, a *Arqueologia do Processo* não foi capaz de explicar os motores da transformação social. Segundo Martinez, as causas poderiam ser três: ou pela excessiva generalização dos enunciados tornando difícil a comprovação das hipóteses, inclusive fazendo com que houvesse distintas explicações para uma mesma configuração de registros arqueológicos (equifinalidade). Ou, porque essa busca por Leis Gerais já partiu da consideração de que a sociedade humana é um sistema mecânico e homogêneo, ignorando toda a sua complexidade. Ou, ainda, pela dificuldade de se estabelecer uma correlação entre fenômenos, mesmo quando há coincidência temporal e associação espacial<sup>36</sup>.

No caso específico das pesquisas elaboradas sobre estruturas arquitetônicas no âmbito da arqueologia processual-funcionalista, a impossibilidade de explicar os motores da

---

<sup>32</sup> *Ibidem*. p. 196 e 201.

<sup>33</sup> *Ibidem*. p. 196-197.

<sup>34</sup> Borrazás: 2002. p. 16.

<sup>35</sup> Alarcão: 1996. p. 14.

<sup>36</sup> Martínez, *op.cit.* p. 254-257.

transformação social limitou os resultados à descrição da dimensão espacial da edificação. Esses trabalhos se encerram na descrição da organização e função dos espaços e na sua evolução cronológica.

## **1.2 A TENDÊNCIA TEÓRICA PROCESSUAL-COGNITIVA E O ENFOQUE TECNOLÓGICO**

Para disponibilizar uma ferramenta científica que, diferentemente da proposta do enfoque processual-funcionalista, permita conhecer aspectos do comportamento humano, foram eleitos eixos de reflexão da abordagem processual-cognitiva. E para que essa ferramenta seja um meio confiável de reconstituição do passado, optou-se por aprofundar o enfoque tecnológico das estruturas objeto de estudo. Segundo Gally, esse enfoque é possível de ser aprofundado e apresenta um grau mais baixo de incertezas dos resultados.

### **1.2.1 A TENDÊNCIA TEÓRICA PROCESSUAL-COGNITIVA**

A arqueologia processual-cognitiva é um enfoque teórico-metodológico desenvolvido a partir da década de 80 cujo objetivo é estudar as maneiras de pensar dos homens do passado a partir dos vestígios materiais. Esta tendência defende que a cultura material também representa a maneira como os homens do passado compreendiam seu mundo e que, através da verificação de como esses símbolos eram utilizados, é possível compreender alguns aspectos na sua mente<sup>37</sup>.

Serão apresentados, abaixo, os princípios que orientaram a sistematização do método de análise de alvenaria.

Dados e teorias não foram tratados separadamente. A comprovação de uma hipótese deve ser feita empiricamente ou fundamentada teoricamente, mas não há autonomia entre o limite do empírico e do plausível, pois não se pode observar a realidade para coletar dados sem marcos de referências que, por sua vez, são fornecidos pelas teorias. Segundo Renfrew, os fatos modificam a teoria e a teoria é usada para determinar os fatos<sup>38</sup>.

---

<sup>37</sup> Renfrew, 2001.p 3-11

<sup>38</sup> Renfrew, 1993: p. 452.

Buscou-se também evitar a sobrevalorização dos elementos da cultura material, significando dizer que um grupo de vestígios não é suficiente para representar toda uma sociedade. Foi, portanto, preciso compreender a arqueologia como uma disciplina que trabalha com limitações, uma vez que parte de elementos vestigiais de um tempo que não mais existe<sup>39</sup>. É indiscutível, no entanto, que os métodos de coleta de vestígios são considerados minuciosos e exaustivos, e que as técnicas de classificação utilizam modelos matemáticos complexos e sofisticados e computadores de última geração<sup>40</sup>. Porém, essa constatação não elimina o reconhecimento e a necessidade de aprimoramento desse aparato metodológico<sup>41</sup>. E também não exclui o fato de que os vestígios que são estudados pelos arqueólogos são apenas parte dos vestígios encontrados, que são parte daqueles que se conservaram, que, por sua vez, já são parte da cultura material das sociedades passadas. Pode-se concluir, portanto, que apesar das modernas técnicas de coleta e métodos de registro, o arqueólogo sempre estará trabalhando com uma pequena fração da cultura material de um grupo humano do passado. E, por isso, deve-se sempre questionar sobre a capacidade daqueles vestígios de representarem determinada cultura<sup>42</sup>.

Considerando que, muitas vezes, a ambição dos pesquisadores pode ir além dos limites do empírico, nesse estudo, pressupõem-se que as questões a serem levantadas possam apresentar respostas. Nos casos, por exemplo, em que os dados evidenciem comportamento humano, considerar-se-á que se trata apenas de alguns aspectos desse comportamento, não da sua totalidade. Segundo Gally, “*não podemos fazer com que os vestígios revelem tudo o que quisermos*” (1986. p. 7).

Ressalta-se, ainda, o fato das hipóteses terem sido formuladas enquanto argumentos lógicos, para que pudessem ser comprovadas. Do ponto de vista prático, um argumento lógico obedece a três requisitos: o primeiro, é considerar o limite da capacidade

---

<sup>39</sup> Gally. op.cit. p. 5.

<sup>40</sup> Deve-se fazer referência, no entanto, que na realidade da arqueologia, a coleta minuciosa e exaustiva ainda deixa de lado os vestígios que não fazem parte do interesse direto do pesquisador. Como afirma Gally, “*só vemos aquilo para o qual nos preparamos para ver...*” (GALLY, 1986: p. 6)

<sup>41</sup> Esse aprimoramento é constante; busca diminuir o caráter destrutivo da arqueologia e aumentar tanto a possibilidade de coletar vestígios antes incógnitos, como de melhorar os resultados da obtenção de dados a partir dos vestígios.

<sup>42</sup> Gally, op.cit. p. 36.

informativa dos dados por reconhecer que há aspectos da existência humana que estão perdidos, e não mais poderão ser conhecidos<sup>43</sup>. O segundo, é estar relacionado diretamente a dados que podem vir a comprová-los; e, o terceiro, é estar relacionado, pela lógica, a outros argumentos que sejam diretamente comprovados por dados<sup>44</sup>. Seguindo essa diretriz, procurou-se evitar interpretações de dados, ou seja, evitar explicar sem poder comprovar. Segundo os pesquisadores da tendência teórica processual-cognitiva, numa pesquisa científica não são os dados que validam um argumento, mas a lógica com que este foi construído e o significado que os dados lhe dão<sup>45</sup>.

Finalmente, considerou-se a possibilidade de generalizar aspectos do comportamento humano, como defende a tendência processual-cognitiva. Segundo James Bell, a generalização provém de um enunciado universal que pode e deve ser elaborado, desde que possa ser comprovado. A diferença está na quantidade de implicações comprováveis. Quanto mais geral o argumento, maior o número de implicações. Portanto, generalizações foram feitas quando estavam disponíveis dados suficientes para cobrir todos os campos abrangidos pelo enunciado<sup>46</sup>.

Contudo, a partir dos princípios apresentados acima, foi necessário apresentar um corpo de conhecimentos estruturados para orientar a análise dos vestígios nos seus contextos, considerando que os dados não têm a capacidade de falar por si só. Ou seja, os dados foram confrontados com referências externas a eles<sup>47</sup>. Segue abaixo a base de conhecimento utilizada.

---

<sup>43</sup> Alain Gallay exemplificou essa afirmação descrevendo uma situação em se encontrou um depósito de grandes lâminas de sílex e que a partir dos dados seria possível saber aspectos da técnica de lascamento que pode fornecer elementos para discutir sobre redes de troca comercial e até mesmo sobre especialização do trabalho, mas que os vestígios não poderiam dizer nada sobre a identidade étnica do grupo ou indivíduo, nem sobre a natureza do comércio nem suas superstições ou sobre o idioma falado (GALLAY, 1986: p. 7).

<sup>44</sup> Bell, 2001: p. 17-19.

<sup>45</sup> Renfrew, op.cit. 2001: p.6.

<sup>46</sup> Bell. op.cit. p. 19-20.

<sup>47</sup> Gallay. op.cit. p. 5.

## 1.2.2 PROCESSAMENTO DE DADOS NA ABORDAGEM PROCESSUAL-COGNITIVA

Para o desenvolvimento do trabalho, partiu-se do pressuposto de que é possível interpretar o comportamento humano através dos símbolos<sup>48</sup>. Segundo Renfrew, “... um símbolo é algo que significa ou representa algo mais: um sinal visível de uma idéia, ou de qualidade, ou de outro objeto”<sup>49</sup>. Assim, para os arqueólogos processuais-cognitivos, o homem tem uma especial habilidade de construir símbolos, e estes materializam a compreensão que as sociedades passadas tinham do seu mundo. Portanto, estudar os símbolos pode fornecer dados sobre o funcionamento da mente do homem e também sobre as suas ações. Assim, a análise é feita a partir da observação de como os símbolos foram usados, diferentemente da análise feita na abordagem teórica pós-processual, onde os símbolos também foram utilizados como dados de análise cujo objetivo era conhecer o seu significado. O caráter subjetivo dos resultados dos trabalhos pós-processuais entrou em conflito com os critérios objetivos do método científico, e, nesse sentido, foi muito criticado<sup>50</sup>.

No âmbito deste trabalho, foi utilizada uma série de categorias de comportamento humano desenvolvida pelos arqueólogos da tendência processual-cognitiva para orientar a análise dos símbolos. Essas categorias têm o objetivo de reunir em classes de comportamento um conjunto de símbolos que apresentam aspectos específicos e comuns<sup>51</sup>. Dentre as seis categorias propostas, três foram consideradas para a análise dos dados espaciais e construtivos das estruturas em alvenaria.

A primeira categoria considerada foi a do comportamento humano projetivo, ou seja, quando se verifica uma intencionalidade na preparação do símbolo traduzida numa estrutura coerente de ações verificadas. Um dos exemplos utilizados para esclarecer essa categoria de comportamento é a atitude mental que orienta um artesão a realizar um objeto. A segunda categoria utilizada, foi a do comportamento humano planejador. Os símbolos que refletem essa categoria demonstram a existência de uma programação para

---

<sup>48</sup> Renfrew, op.cit. 1993. p. 453.

<sup>49</sup> Renfrew. op.cit. 2001: p.5.

<sup>50</sup> Renfrew, p.cit. 2001: p.5-6.

<sup>51</sup> São seis as categorias de comportamento humano estabelecidas no âmbito da tendência teórica processual-cognitiva: projetivo, planejador, medidor, social, sobrenatural e representativo (Idem. p.6).

a realização da ação. A inclusão da idéia de tempo nessa categoria a diferencia da categoria anterior. Pode-se identificar uma reflexão sobre as ações a serem feitas e a programação do encadeamento dessas ações: o planejamento do trabalho a ser realizado. Finalmente, a última categoria considerada foi a do comportamento medidor, ou seja, que cria instrumentos e os utiliza para realizar medições. Essa categoria, segundo Renfrew, tem um caráter especial na arqueologia processual-cognitiva, pois requer a preparação dos instrumentos, a realização de ações seqüenciadas e repetitivas, e ainda pressupõe um pensamento quantitativo e a prática de realizar medições. Os instrumentos referidos são aqueles necessários para identificar peso, distância, volume, tempo etc.<sup>52</sup>.

As categorias apresentadas acima vieram ao encontro da proposta de aprofundar a análise sobre as estruturas em alvenaria. Elas propiciaram a leitura dos dados construtivos enquanto símbolos do comportamento humano.

### **1.2.3 O ENFOQUE TECNOLÓGICO E A ANÁLISE DAS ESTRUTURAS EM ALVENARIA**

Os vestígios da cultura material, segundo Gallay, podem ser divididos em quatro categorias: habitação em sentido amplo; objetos manufaturados para permitir subsistência, defesa ou status; detritos diversos da atividade técnico-econômica e sepulturas e monumentos funerários. E cada um desses grupos pode ser estudado a partir de enfoques como tecnologia, economia, demografia, sociologia, crenças e símbolos. No âmbito deste trabalho, a categoria que está sendo estudada é a “habitação” e o enfoque é o “tecnológico”.

Ainda segundo Gallay, dos enfoques possíveis de serem estudados há aqueles mais acessíveis de aprofundamento e outros menos acessíveis. O enfoque escolhido para ser aprofundado neste trabalho, o tecnológico, é considerado um dos enfoques mais acessíveis. No extremo oposto está o enfoque simbólico. Segundo Gallay, “... a abordagem tecnológica não coloca problemas insuperáveis, e não é de se espantar que o número de estudos tratando os fatos materiais sob este ângulo seja tão elevado na

---

<sup>52</sup> Ibidem. p.6.

*literatura arqueológica*”<sup>53</sup>. A abordagem tecnológica apresenta um grau de incerteza menor sobre os resultados alcançados em comparação com a abordagem religiosa ou simbólica. O princípio da incerteza está diretamente relacionado à possibilidade de um vestígio ser suficiente para permitir a reconstituição total do passado<sup>54</sup>.

Sobre o enfoque tecnológico é importante ainda ressaltar a existência de uma íntima relação entre técnica, matéria-prima e Leis da física. Essa relação propicia certa uniformidade de soluções técnicas que podem ser identificadas. Mas, apesar das regularidades, existem limites a serem obedecidos. Enquanto é possível, a partir da análise, reconhecer qual ação foi executada na fabricação do material e qual o agente físico utilizado, não se podem definir precisamente quais foram os gestos realizados e os instrumentos utilizados<sup>55</sup>.

A constatação das possibilidades informativas do enfoque tecnológico vem ao encontro do interesse em sistematizar um método de análise de estruturas em alvenaria a partir dos dados construtivos. Além de a informação tecnológica ser um dos aspectos presentes nos vestígios e de poder ser identificada, deve-se lembrar que no âmbito da arqueologia histórica, as estruturas em alvenaria têm elevada capacidade de preservação. Desta feita, o método vem não só preencher uma lacuna, mas utilizar dados disponíveis, e pouco explorados, que oferecem elevada capacidade informativa.

A análise do enfoque tecnológico possibilita conhecer a maneira como uma estrutura foi construída. Mas, muitas vezes numa mesma estrutura estão materializadas diferentes culturas construtivas. Nos casos em que uma estrutura em alvenaria apresentar mais de um *modus construendi*, essa diferença pode estar materializando uma mudança tecnológica. No entanto, para identificar processos de transformação tecnológica, é preciso antes de tudo compreender a diferença entre técnica e tecnologia.

---

<sup>53</sup> Gallay, op.cit. p. 38.

<sup>54</sup> Idem. p. 51.

<sup>55</sup> Ibidem. p. 64.

#### 1.2.4 MUDANÇA TECNOLÓGICA

Na história do homem, a luta pela sobrevivência da espécie começou exigindo a utilização do próprio corpo como instrumento de subsistência e defesa. Com a percepção da possibilidade de intensificar seus sentidos e capacidades, o homem investigou, experimentou e transformou materiais em instrumentos. Para Mumford, os instrumentos foram desenvolvidos não só para incrementar as capacidades mecânicas e sensoriais do corpo humano, mas também para produzir e canalizar energia para o trabalho e para trazer ordem e regularidade à sua ação<sup>56</sup>. Esse processo de experimentação e investigação é denominado Tecnologia. Seu objetivo é modificar uma ação ou objeto e, para isso, parte de um comportamento racional de observação e de realização de testes<sup>57</sup>.

Segundo Bernal, o homem primitivo enquanto realizava suas atividades utilizando instrumentos, estabelecia as bases da Mecânica e da Física. A primeira utilização de uma energia mecânica retida foi com o uso do arco e flecha. Ao tensionar a corda do arco, a energia que foi lentamente acumulada é canalizada para a flecha e gasta rapidamente quando ela é solta. A energia se dissipa enquanto segue uma trajetória planejada<sup>58</sup>. Esses instrumentos tornaram a caça uma ação mais efetiva e mais segura.

Por outro lado, segundo Gama, quando o homem realiza ações conhecidas, de maneira repetitiva, sem maiores reflexões, ele não está mais fazendo tecnologia. Esse processo é denominado técnica<sup>59</sup>. A diferença entre técnica e tecnologia está no caráter inovador da tecnologia versus o caráter repetitivo da técnica.

Ainda segundo Gama, não é possível afirmar se um objeto é resultado de técnica ou de tecnologia simplesmente pela observação. Essa distinção só poderá ser feita se a variável temporal for incorporada na análise. No caso das estruturas em alvenaria, a variável temporal estaria incorporada se fossem comparadas estruturas construídas em momentos

---

<sup>56</sup> Mumford, 1997. p.27

<sup>57</sup> Gama, 1997.

<sup>58</sup> Bernal, 1997: p. 79.

<sup>59</sup> Gama, op.cit. 1997.

subseqüentes. Desta maneira, pode-se verificar se a maneira de construir das comunidades sofreu processos tecnológicos, modificando-se, ou apenas reproduz processos técnicos, mantendo-se constante.

É necessário ressaltar, no entanto, que a mudança tecnológica não pode ser entendida como uma transformação linear. Há casos na história em que uma sociedade, apesar de ter acesso a uma inovação tecnológica, continua utilizando processos técnicos. Um desses exemplos é a continuação do uso das espadas na China imperialista, mesmo depois do descobrimento da pólvora, que possibilitou a utilização de armas de fogo. Segundo Basalla, as razões que estimulam uma mudança tecnológica podem ser várias, econômicas, sociais, políticas, culturais etc. e, portanto, cada caso deve ser estudado individualmente. Inclusive porque, o que numa sociedade poder ter sido um motor para a utilização de uma tecnologia, em outra pode ser um freio a essa mudança<sup>60</sup>.

Ressalta-se, portanto, a necessidade de se obter informações temporais para a identificação de transformação tecnológica, que podem ser identificadas de maneira relativa ou absoluta. As datas relativas podem ser obtidas a partir da análise dos tipos de alvenarias associados à dimensão espacial, da identificação de vestígios associados passíveis de datação ou pela identificação de dados históricos documentais. A datação absoluta, diferentemente, deve ser obtida com a aplicação de métodos arqueométricos, como a termoluminescência.

### **1.3 O UNIVERSO DA PESQUISA E O CARÁTER MULTIDISCIPLINAR**

O método de análise de estruturas em alvenaria foi pensado para permitir a realização de estudos em paredes estruturais e divisórias edificadas em alvenaria de pedra, de tijolo e mista com argamassa de barro ou de cal<sup>61</sup>, buscando identificar aspectos do comportamento construtivo de uma comunidade auxiliando, assim, projetos e obras de restauração. Esse sistema construtivo também é identificado em colunas/pilares, por isso esse elemento também pode ser analisado pelo método. Na realidade, uma vez

---

<sup>60</sup> Basalla, 1997.

<sup>61</sup> Alvenaria mista é a alvenaria que utiliza pedra e tijolo na sua construção.

comprovada a validade do método na produção de conhecimento sobre o comportamento construtivo de uma comunidade, pode-se rever a abrangência de seu universo, incorporando novos elementos construtivos, como fundações, pisos,... E novos sistemas construtivos como madeira, taipa-de-mão, adobe e taipa-de-pilão.

A estrutura em alvenaria faz parte de uma etapa da história do Brasil onde as edificações eram feitas com pedra, tijolo e argamassa de barro ou de cal. Essa técnica construtiva foi utilizada a partir da chegada dos colonizadores nas terras brasileiras<sup>62</sup>.

Nesse trabalho, a opção da parede como objeto de estudo se justificou por vários fatores. Pela grande complexidade construtiva desse elemento, ou seja, edificar uma parede implica no conhecimento e escolha de materiais e técnicas construtivas e no conhecimento do espaço; pela sua capacidade de resistir ao tempo, uma vez que outros elementos construtivos como esquadrias e cobertas, por exemplo, nem sempre se encontram em bom estado de conservação, pois são executados em material menos resistentes ao tempo e às intempéries (como a madeira); finalmente, as paredes ainda permitem a realização de levantamento de dados sem a exigência de se realizarem longas e onerosas escavações arqueológicas, pois já estão expostas à observação.

Do ponto de vista da complexidade construtiva da parede em alvenaria - conhecimento e escolha de materiais e técnicas construtivas e conhecimento do espaço – nesse estudo fez-se necessário reunir conhecimentos próprios de outras disciplinas, como a arquitetura e engenharia, a geologia e mineralogia e a física e química, para permitir o levantamento, processamento e análise dos dados.

A utilização dessas e de outras disciplinas para auxiliar o trabalho do arqueólogo, já é uma atitude comum no meio científico. Essa prática foi introduzida a partir da tendência processual-funcionalista e foi considerada uma grande inovação da disciplina. Nesse trabalho, em específico, propõe-se que a estrutura em alvenaria seja observada por diferentes olhares e em diferentes escalas. A estrutura como um todo, e sua localização no terreno, foi analisada a partir dos conhecimentos provenientes da arquitetura e da

---

<sup>62</sup> Vasconcellos, 1979.

engenharia e observados os seus caracteres espaciais e construtivos. A observação se deteve também sobre as características físicas dos materiais. As matérias-primas, por sua vez, foram analisadas a partir dos conhecimentos de geologia, mineralogia, física e química. Os seus componentes foram observados do ponto de vista qualitativo e quantitativo.

## **CAPÍTULO 2. MÉTODO PARA ANÁLISE DE ESTRUTURAS EM ALVENARIA**

Para propor a sistematização de um método foi preciso, inicialmente, compreender o que é um método, e, principalmente, o que não é. Segundo Edgar Morin, “*método é uma atividade pensante e consciente*”<sup>63</sup>. O que significa dizer que não é um conjunto de procedimentos mecânicos para a obtenção de dados. É uma atividade reflexiva por parte do pesquisador, que permitirá obter e organizar dados para, então, produzir conhecimento.

Deve-se, ainda, ressaltar que um método não deve ser proposto com o objetivo de atingir determinado resultado, a partir da manipulação no levantamento de dados de maneira a confirmar as hipóteses formuladas. Um método científico tem a capacidade de responder questões e revelar conhecimentos, mas, ao mesmo tempo, de trazer à tona novas questões<sup>64</sup>. O método multidisciplinar para análise de estruturas em alvenaria, que está sendo aqui proposto, deve permitir responder questões que possibilitem verificar a hierarquia das alvenarias e auxiliar projetos e obras de restauração, como:

- Qual o comportamento construtivo de uma comunidade, ou seja, o seu *modus construendi*?
- Quais são as cronologias de construção de uma edificação? e,
- Se houve mudança tecnológica no *modus construendi* de uma comunidade?

Assim sendo, conhecer o comportamento construtivo de uma comunidade é conhecer como uma edificação foi construída. Essas informações podem contribuir com ações efetivas de restauração. Saber as características dos materiais de construção, e como estão agrupados, vai permitir aos profissionais de restauro escolher a(s) técnica(s) que melhor se adequam ao sistema construtivo do edifício. Uma boa harmonia entre o edifício antigo e a nova intervenção é condição para uma restauração de qualidade e mais duradoura. Por outro lado, é através da identificação das cronologias de construção de uma edificação que se pode hierarquizar as suas alvenarias, segundo a antiguidade histórica. A partir

---

<sup>63</sup> Morin, 2005: p. 339.

<sup>64</sup> Idem. p. 337-338.

dessa hierarquização, os profissionais de restauração poderão elaborar projetos para valorizar a história do edifício e de sua comunidade.

Finalmente, através da aplicação do método proposto, pode ser possível verificar as mudanças tecnológicas na edificação de paredes em alvenaria. Considerando que essa técnica ainda ocupa papel principal na construção civil nos dias atuais, todo conhecimento produzido pode contribuir tanto para o enriquecimento da história da construção civil, como para o aperfeiçoamento da própria técnica, a partir das práticas ancestrais. Resumidamente, o presente método consiste no levantamento e processamento de dados em duas etapas de trabalho, conforme figura a seguir.

Num primeiro momento, devem-se identificar os tipos de alvenaria existentes na edificação. Um tipo de alvenaria é o resultado de uma combinação entre materiais construtivos e materiais ligantes e o agenciamento dos materiais. Essa identificação é feita, portanto, pela verificação dos tipos de materiais construtivos e dos tipos de agenciamento, a partir de suas características físicas.

Num segundo momento, depois de selecionados os tipos de alvenarias a serem estudados, devem-se identificar as matérias-primas dos materiais, as técnicas construtivas das alvenarias e a distribuição das alvenarias no espaço tridimensional. Assim como, no primeiro momento, esses dados são obtidos a partir das características físicas das matérias-primas, técnicas construtivas e edificação. A seleção dos tipos de alvenarias deve ser feita de acordo com os objetivos de cada pesquisador, podendo resultar na análise de todos os tipos identificados, ou de apenas um. Nessa segunda e última etapa, o objetivo é responder às três perguntas formuladas acima. Para tanto, os dados serão analisados a fim de evidenciar as cadeias operatórias dos materiais, das alvenarias e da edificação.

A análise dos dados levantados nas duas etapas, vai permitir conhecer aspectos do comportamento construtivo das pessoas que edificaram a estrutura e as cronologias construtivas da edificação. Pode-se identificar, por exemplo, se uma ação é aleatória ou intencional, se houve planejamento e controle das atividades, e se foram utilizados instrumentos que permitissem fazer medições.

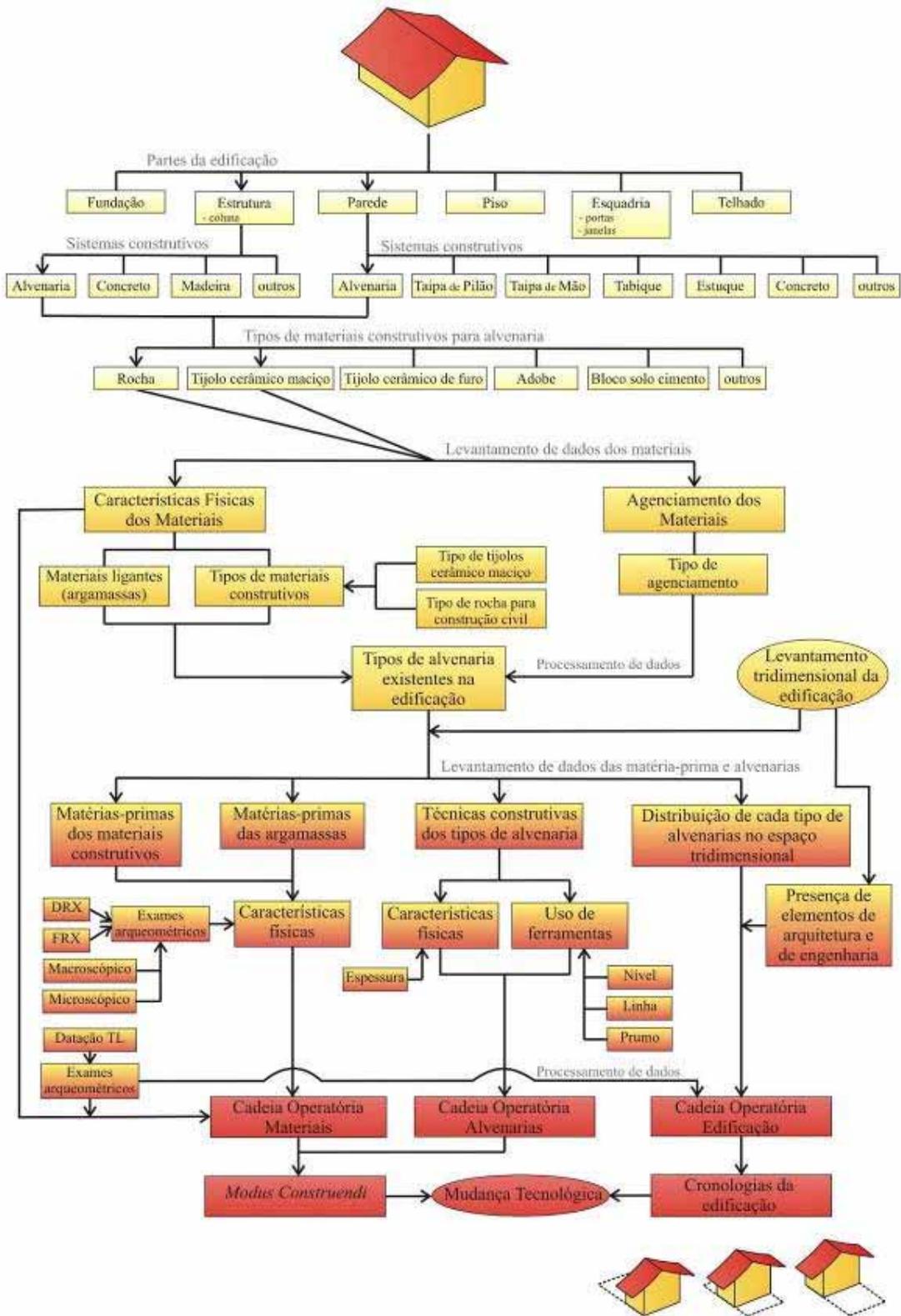


Figura 01. Fluxograma das atividades do método proposto.

## **2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS**

Levantar dados é reunir elementos próprios do objeto que se deseja estudar, segundo objetivos claros e justificados em hipóteses pré-estabelecidas, caso contrário os elementos não terão serventia na pesquisa<sup>65</sup>. O ato de fazer um levantamento inclui duas ações básicas, extrair e registrar a informação, seja de fontes físicas, seja de fontes documentais.

No caso da arqueologia, alguns autores defendem que a base da investigação é o trabalho de campo, pois é a partir dele que se levantam os dados empíricos para a aplicação das teorias. Por extensão, afirma-se que a tarefa de levantamento de dados de fontes físicas é condição para a realização de uma investigação, pois se não houver dados empíricos o trabalho será apenas um exercício mental<sup>66</sup>.

Porém, é necessário realizar um levantamento criterioso. O caráter destrutivo da arqueologia exige que haja critérios para a extração e registro desses dados, pois uma vez realizada uma escavação, esta não poderá ser refeita. A extração e o registro desses dados devem ser, então, claros, precisos, fiéis e acessíveis.

No caso específico das estruturas históricas construídas, a grande quantidade de dados e a complexidade dos sítios exigem a realização de um levantamento programado, tanto do que deve ser levantado, quanto de como deve ser realizado o registro. Mas, não há consenso sobre as formas de realizar um levantamento, principalmente o registro da informação empírica. Esse método que aqui se apresenta, propõe buscar em outras disciplinas o caminho para um levantamento bem feito, como na arquitetura, engenharia, geologia, mineralogia etc., que já estão mais organizadas nesse sentido.

### **2.1.1 FONTES DOCUMENTAIS**

Apesar do foco do método proposto ser o levantamento em fontes físicas, não se deve deixar de comentar sobre as fontes documentais, primárias e secundárias, principalmente pelo potencial e diferencial que representam. Na arqueologia pré-histórica, o pesquisador

---

<sup>65</sup> Bunge, 1973: p.249-250.

<sup>66</sup> Bicho, 2006: p.85.

conta com os vestígios materiais para realizar seu estudo, já na arqueologia histórica, além dos vestígios materiais, pode-se contar com as informações provenientes das fontes documentais.

No caso dos dados sobre estruturas arquitetônicas, no âmbito do método que aqui se propõe, o levantamento de dados em fontes documentais é a busca de informações escritas sobre a edificação, especificamente sobre suas características espaciais e construtivas. Lembrando que o objetivo, através desse método, é falar sobre a comunidade que edificou a estrutura, devem ser procurados dados que tratem principalmente do período em que foi construída e modificada a estrutura e do *modus construendi* da comunidade, ou seja, sobre a maneira de construção do edifício.

Essas informações podem constar de fontes secundárias. Deve-se realizar pesquisa bibliográfica procurando informações também sobre a localidade onde se situa a estrutura e possíveis proprietários. Contudo, as fontes primárias podem ser interessantes fontes de informação. A cartografia e iconografia, por exemplo, dependendo da escala do registro, podem fornecer informações sobre o formato e as dimensões da estrutura arquitetônica, que em comparação com as informações atuais, recolhidas no campo, podem permitir obter dados cronológicos absolutos. Pode-se, ainda, recorrer a imagens de satélite e fotografias aéreas para se obter informações sobre a estrutura, no ambiente onde está inserida<sup>67</sup>. Também, como importantes fontes manuscritas, estão certos documentos como inventários, autos de processos jurídicos, testamentos, plantas, escrituras públicas e outros tipos de documentação descritiva de época.

É importante se ter em mente, no entanto, que a informação retirada de uma fonte escrita (primária ou secundária), diferentemente da informação de fonte física, é parcial. Ou seja, foi escrita por uma pessoa que assumia uma determinada posição na sociedade e que, portanto, tinha objetivos específicos ao fazer o registro. Os dados documentais precisam ser, então, coletados a partir de uma visão crítica e consciente.

---

<sup>67</sup> Idem. p.108-112.

## 2.1.2 FONTES FÍSICAS

Realizar um levantamento em fontes físicas é coletar dados das estruturas construídas a partir da observação, exame e retirada de amostras para posterior análise. Esse é o foco do método de análise de estruturas em alvenaria para permitir a verificação do comportamento construtivo das comunidades e identificação da cronologia construtiva da edificação. É importante frisar que as estruturas construídas não são sujeitos freqüentes das fontes documentais e, portanto, resultam insuficientes os dados disponíveis sobre elas.

O objetivo através do levantamento, como já foi dito anteriormente, é levantar dados sobre a comunidade relacionada à estrutura, ou seja, ir além do conhecimento sobre a edificação. Comumente, se desenvolvem pesquisas para saber como se deu a evolução física de uma construção. Evidentemente, que essa informação é necessária, mas enquanto meio para se chegar às pessoas por detrás de edificação.

A proposta é, então, mostrar um caminho a ser seguido para fazer uma *Arqueologia da Humanidade* e não dos materiais<sup>68</sup>. Esse caminho passa por várias atividades que serão pormenorizadamente descritas a seguir, a saber: anotações preliminares; levantamento dos dados contextuais, métricos do espaço físico; do espaço arquitetônico, dos materiais e dos sistemas construtivos; coleta de amostras; e, registro gráfico e fotográfico das informações levantadas.

### 2.1.2.1 Anotações preliminares

Durante o primeiro contato com a estrutura construída, deve ser feito o reconhecimento do ambiente e da própria estrutura e anotações preliminares. Nesse momento, o pesquisador deverá observar a estrutura para identificar suas características peculiares, ou seja, o que a distingue de outras. O objetivo é verificar os aspectos a serem aprofundados durante a pesquisa para permitir o planejamento das atividades futuras.

---

<sup>68</sup> *Ibidem*. p.459.

Mas, como deve ser feito esse reconhecimento? No que concerne especificamente ao contexto, Giovanni Carbonara<sup>69</sup> sugere que se faça uma prospecção no entorno da estrutura, para identificar seu contexto ambiental. Devem ser observadas a geomorfologia e a vegetação do lugar e também verificada a existência ou ausência de recursos naturais hídricos (como rios, riachos, nascentes, poços de água, praias etc.), e de recursos naturais que servem de fonte de matéria-prima para construção (como rochas, argilas, madeiras etc.). Esses dados contextuais permitem compreender as circunstâncias locais em que se encontra a estrutura, ou seja, as facilidades ou dificuldades para sua construção.

Em relação à estrutura construída, por sua vez, recomenda-se que o pesquisador divida a edificação em partes para percorrer cada uma delas, sistematicamente, observando o objeto de baixo para cima e dos aspectos gerais aos particulares. Devem ser anotadas características físicas, como formatos, dimensões, materiais etc. sobre as partes da estrutura construída, dentre elas: fundação, estrutura, parede, material, arranjo construtivo, cobertura; e sobre o seu estado de conservação, como: degradação, integridade, umidade etc..

A partir daquilo que foi observado, deve-se registrar as idéias e as dúvidas que surgirem durante o reconhecimento. Além de anotações escritas, devem ser feitos croquis<sup>70</sup> e fotografias que evidenciem os aspectos percebidos. As anotações podem ser questionadoras e propositivas, servindo de base para as reflexões posteriores.

Para esta etapa do trabalho, não há necessidade de utilizar instrumentos de precisão, já que se trata de uma fase preliminar. Portanto, basta utilizar instrumentos de anotação como papel, lápis, borracha e uma prancheta manual, tanto para as anotações escritas quanto para os croquis; máquina fotográfica; e instrumentos de orientação, como bússola ou GPS.

---

<sup>69</sup> Carbonara, 1990: p.14.

<sup>70</sup> Palavra de origem francesa com grafia CROQUIS e pronúncia CROQUI. Significa um esboço ou um rascunho feito à mão.

O importante é que, a partir das anotações feitas nessa etapa, o pesquisador possa programar sua pesquisa, pois já estará familiarizado com o objeto e terá a dimensão do seu potencial informativo e da sua complexidade, podendo, assim, planejar as próximas etapas, definindo seus objetivos científicos e dimensionando a equipe, o tempo, e os recursos técnicos e financeiros necessários.

### **2.1.2.2 Dados contextuais**

Os dados contextuais são as informações colhidas sobre o lugar onde está localizada a estrutura construída e sobre a posição e orientação da estrutura no terreno. Têm o objetivo de responder questões levantadas a partir das observações preliminares anotadas na etapa anterior, ou de complementá-las e detalhá-las; são informações objetivas, concretas e verificáveis.

Durante o levantamento dos dados contextuais, deve-se registrar a localização territorial da estrutura, ou seja, o estado, município, bairro ou localidade, o loteamento, rua, número e as indicações de como se chegar até lá. É importante que esse registro seja feito também em desenho. Ainda deve-se anotar a sua condição de vizinhança: se é uma edificação isolada ou se faz parte de um centro urbano; se tem outras estruturas relacionadas a ela, ou se é uma edificação independente<sup>71</sup>.

De acordo com as especificidades da pesquisa, elementos do contexto ambiental<sup>72</sup> reconhecidos na fase anterior devem ser revisitados para complementação e detalhamento. Nessa etapa, as informações devem ser o resultado da aplicação de técnicas mensuráveis. O registro da posição e orientação da estrutura no terreno é feito com a utilização de uma bússola. Para informar sobre a geomorfologia do lugar e a localização de elementos do contexto ambiental, pode ser usado desde o método dos passos,<sup>73</sup> até a utilização de GPS de alta precisão. Para descrever espacialmente os elementos, podem ser

---

<sup>71</sup> Carbonara, op.cit. p.14.

<sup>72</sup> Geomorfologia, vegetação, hidrologia, estratigrafia.

<sup>73</sup> O método dos passos é a contagem da quantidade de passos dados para saber a distância, num andar natural e descontraido. Antes de iniciar o trabalho deve-se conhecer o tamanho dos passos. É preciso marcar uma distância de 50m e deve-se percorrer a distância, no mínimo 3 vezes, contando o número de passos. Deve ser feita a média para os 50m e a média para 10m. (BICHO, op.cit. p.123-124).

utilizadas trenas e escalas, ou mesmo, uma estação total. A escolha do instrumento a ser utilizado é do pesquisador, e está de acordo com os seus objetivos científicos e com os recursos disponíveis<sup>74</sup>. É importante, ainda, que essas informações sejam registradas fielmente para posterior análise. O registro gráfico desses dados pode ser feito de duas maneiras: um croquis com a anotação das medidas aferidas no campo para posterior confecção do desenho em escala, no laboratório, ou um desenho, já em escala.

Além das informações locais e espaciais sobre os elementos do contexto ambiental, pode ser necessário aprofundar a pesquisa obtendo-se outros dados, como a identificação da fonte da matéria-prima utilizada na produção dos materiais de construção da estrutura; ou a caracterização do paleoambiente, para verificar se o lugar pode ser o local de origem da madeira utilizada. Para tanto, pode ser necessário coletar amostras para realização de análises arqueométricas<sup>75</sup>. As amostras de solos e rochas permitem a identificação da sua composição mineralógica para comparação com as rochas e tijolos utilizados na estrutura; amostras de solo também permitem a identificação, através dos polens contidos na amostra, das espécies vegetais anteriores; furos de sondagens permitem a visualização da estratigrafia, podendo informar sobre o nível de ocupação da estrutura e dos outros elementos antrópicos existentes no local.

É importante que seja registrado, também, se houve impossibilidade de se levantar algum dado, seja pelas características da cobertura vegetal, por acidentes naturais, por impedimento do proprietário, ou qualquer outra dificuldade<sup>76</sup>.

### **2.1.2.3 Dados espaciais**

Realizar o levantamento dos dados espaciais é medir, registrar e representar o seu espaço tridimensional. O espaço identificado durante a etapa de anotações preliminares deve ser agora revisitado, tendo em vista a definição dos objetivos científicos, da equipe, do tempo para realização do trabalho, dos recursos técnicos e financeiros, como resultado do

---

<sup>74</sup> Idem. p.122.

<sup>75</sup> Manacorda, 2005: p.328.

<sup>76</sup> Bicho. Op.cit. p.104.

planejamento feito pelo pesquisador. A estrutura como um todo e suas partes devem ter comprimento, largura e altura aferidos para registro e representação. Devem ser observados além do espaço da edificação, os seus particulares arquitetônicos e construtivos, como por exemplo, dimensão e localização das aberturas que podem ser do tipo: porta, janela, óculo, seteira etc.; altura das colunas, elementos estruturais como arcos de descarga, etc.. O objetivo é construir uma base gráfica, detalhada, para servir de instrumento tanto para o registro como para a análise dos dados que serão levantados nas etapas subsequentes.

#### ***2.1.2.3.1 Medição e seu grau de precisão***

O grau de precisão da medição do espaço é definido pelo pesquisador dependendo dos seus interesses científicos e do tempo e recursos disponíveis para execução do trabalho. São vários os meios para medir uma estrutura: sem a utilização de instrumentos, com passos, por exemplo; ou com instrumentos: como trena metálica ou de fita; trena digital; nível mecânico; teodolito mecânico ou digital; estação total; GPS de alta precisão etc. Cada um desses instrumentos apresenta um grau de precisão determinado pelo fabricante e requer um número mínimo de pessoas para realizar o trabalho. O pesquisador deve levar em consideração vários fatores para a escolha do instrumento.

Quanto à leitura da medida aferida, essa também é importante para a precisão do dado levantado. A leitura pode ser detalhada e precisa, ou arredondada e grosseira. Ou seja, quando o instrumento indicar uma medida com casas decimais, o leitor pode manter ou retirar as casas decimais, elevando ou reduzindo a medida para o primeiro número inteiro mais próximo. Ex. leitura de 5,3m e registro de 5m. Desta maneira, variará o grau de precisão dos dados levantados. Deve-se compreender que a forma de realizar essa leitura não depende apenas do operador do instrumento, mas também do pesquisador, que deve orientar sua equipe a realizar os trabalhos de acordo com os resultados esperados.

Finalmente, o método utilizado no levantamento métrico também interfere na precisão dos dados. Utilizando um mesmo instrumento, é possível ter graus de precisão diferente, por isso é preciso definir com clareza o método a ser utilizado. Métodos mais expeditos diminuem a precisão do resultado, métodos mais minuciosos aumentam essa precisão. Utilizando uma trena é possível, por exemplo, ter graus de precisão diferentes.

Considerando a existência de irregularidades construtivas nas construções antigas, o grau de precisão do levantamento aumenta quando é utilizado o *método de triangulação*<sup>77</sup>. Medir por triangulação é aferir, no mínimo, duas medidas de um mesmo ponto a partir de dois outros pontos, formando um triângulo. Quanto mais medidas trianguladas forem feitas, maior é a precisão do levantamento.

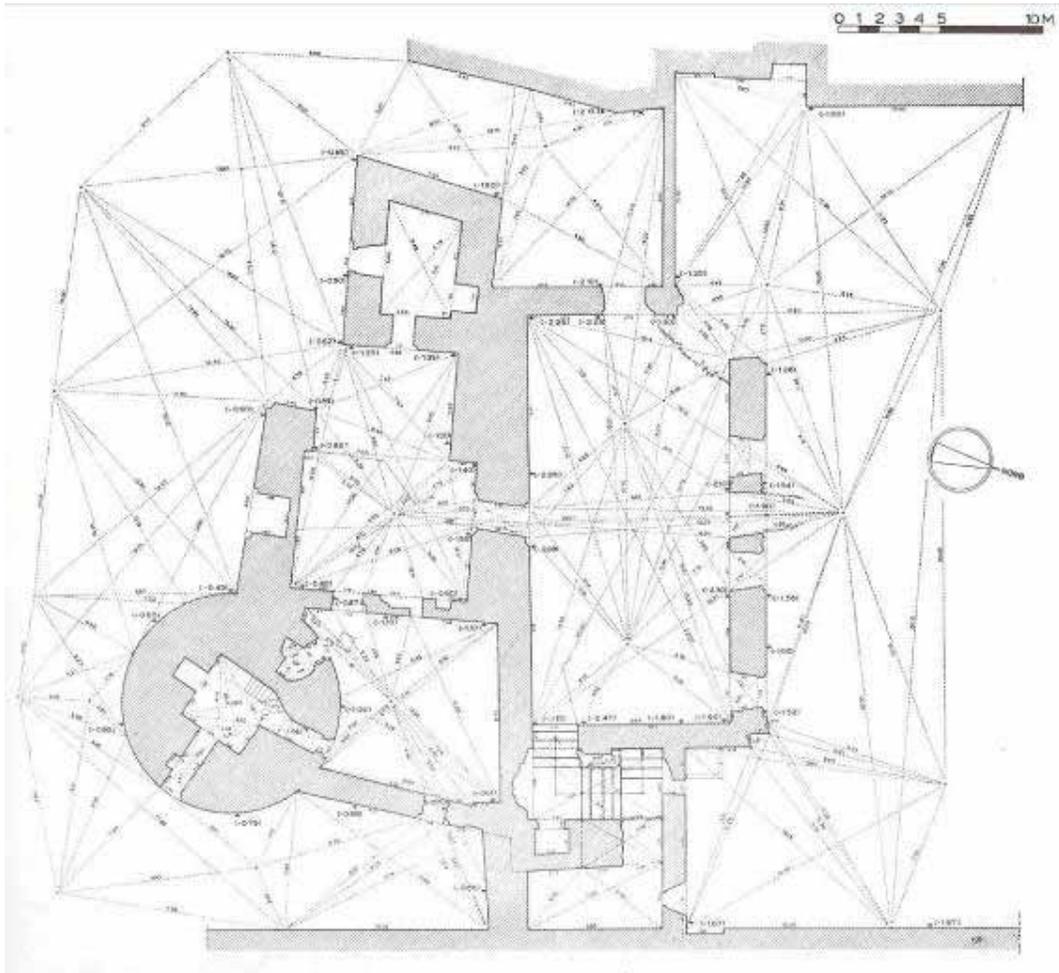


Figura 02. Exemplo do método de triangulação. Fonte: Giovanni Carbonara, 1990. Obra citada. Figura V.

Com o exposto, pode-se concluir que, no que diz respeito à medição, não só o instrumento utilizado influencia na precisão dos dados, mas também o método e a leitura da medida.

---

<sup>77</sup> Carbonara. op.cit. p15.

### 2.1.2.3.2 *Registro e representação e seu grau de precisão*

O grau de precisão do registro e representação dos dados levantados pela medição, também é definido pelo pesquisador e também depende dos objetivos e condições em que se realizam a pesquisa.

A diferença entre os termos *registro* e *representação* está no resultado alcançado: o registro, são anotações sem rigor geométrico, nem gráfico, não usa escala e é feito à mão-livre; por exemplo, um croquis feito em campo. A representação, diferentemente, resulta em um desenho que obedece às Normas de Desenhos Técnicos<sup>78</sup>, ou seja: que usa escala, cota, legendas, segue a convenção de traços e os sistemas de representação; e utiliza instrumentos técnicos de desenho geométrico<sup>79</sup> e, até mesmo, programas específicos de computador. Segundo Carbonara, a representação gráfica do levantamento espacial é a tradução, em imagem, das informações levantadas no campo<sup>80</sup>. Esse assunto será detalhado mais adiante, no item sobre *registro*.

Nos trabalhos arqueológicos, o registro das informações é feito normalmente em campo, enquanto a representação do espaço tridimensional é realizada em laboratório. Porém, no caso em que haja um profissional experiente em campo e tempo disponível, por exemplo, pode-se partir diretamente para a realização de uma representação.

Em todo o caso, o grau de precisão, seja de um registro, seja de uma representação, está relacionado à escala em que será apresentada graficamente a estrutura. E essa definição está diretamente ligada a sua medição. Nas palavras de Giovanni Carbonara, a escala deve ser compatível com os elementos a serem evidenciados<sup>81</sup>, e como é a escala quem vai definir o maior ou menor detalhamento da representação, é ela quem vai exigir maior ou menor detalhamento da medição. A capacidade de evidenciação das escalas acaba por

---

<sup>78</sup> Para maiores detalhes consultar a Norma Brasileira de Desenho Técnico, a NB-8R; e a Norma de Desenho Arquitetônico, a NB-43.

<sup>79</sup> Os instrumentos técnicos para realização de desenhos técnicos são réguas graduadas, esquadros, lápis, compasso, transferidor, curva francesa, nanquim etc, ou pode ser utilizado programas de computador específicos para confecção de desenho técnico como o AutoCAD do ambiente Windows.

<sup>80</sup> Carbonara. op.cit. p. 11.

<sup>81</sup> Idem. p.15.

determinar escalas-padrão para a representação gráfica. Lembrando apenas que, com a diminuição das escalas, vão ficando mais evidentes os detalhes construtivos da estrutura<sup>82</sup>. A escala-padrão utilizada para o levantamento de dados espaciais é normalmente a escala 1/50; já para o levantamento dos elementos estruturais e do sistema construtivo, pode-se utilizar escalas como: 1/20 e até 1/1.

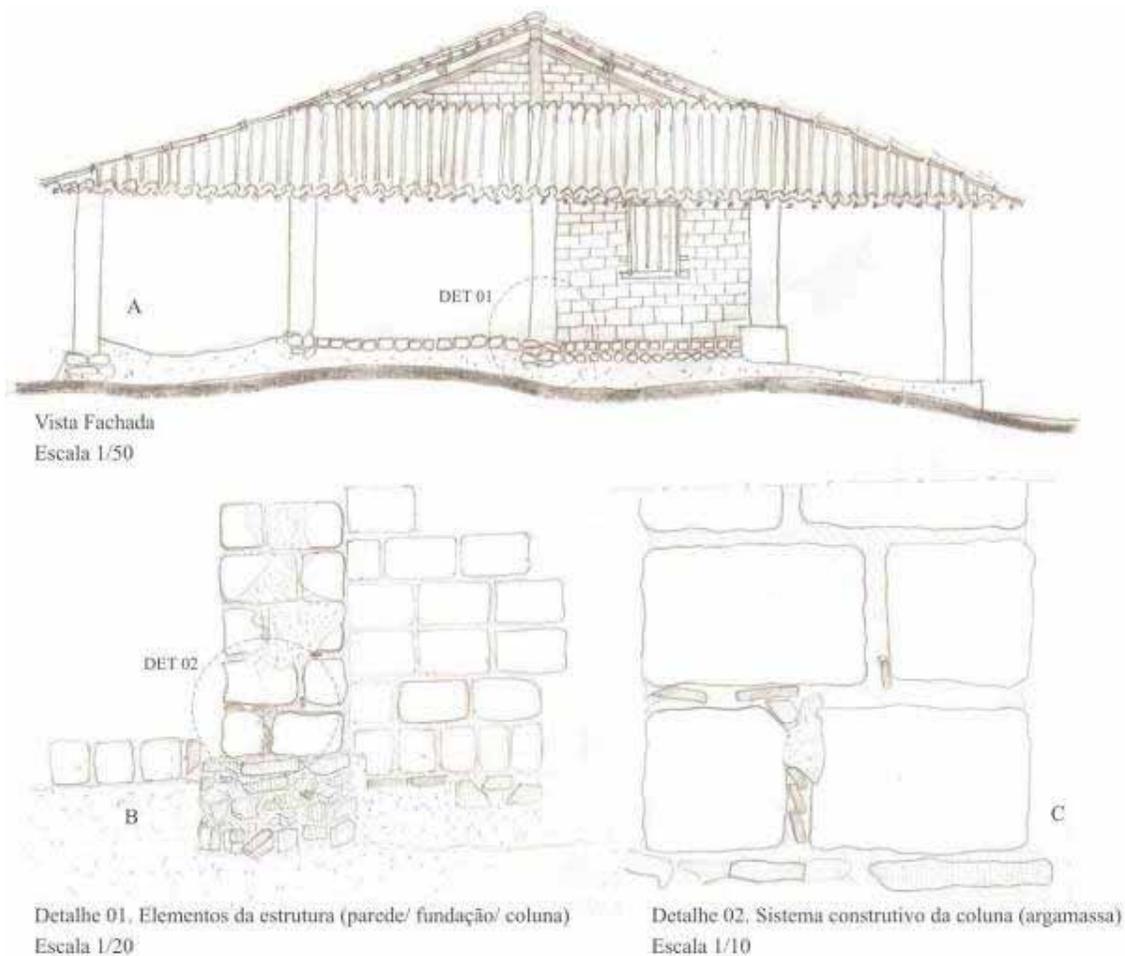


Figura 03. Exemplificação da diferença entre a capacidade de evidenciação das escalas. Desenho A: escala 1/50 evidenciando a fachada completa, os espaços e a estrutura e seus elementos; Desenho B: escala 1/20 evidenciando os elementos da estrutura e sugerindo os sistemas construtivos; Desenho C: escala 1/10 evidenciando os sistemas construtivos (alvenaria de adobe) e seus materiais constituintes (adobe e argamassa de barro com fragmentos de telha cerâmica). Fonte: arquivo da Fundação Seridó. Sítio Arqueológico Benedita no município de Nazaré/BA (Desenho: Autora).

<sup>82</sup> *Ibidem*. p.15.

Para o registro da estrutura, são produzidos croquis onde serão anotadas todas as informações necessárias. Para sua realização é preciso, minimamente, dispor de prancheta manual, papel, lápis e borracha. Mas, quantos croquis são suficientes para registrar uma estrutura? Quando se trata de uma estrutura simples, sem detalhes construtivos, é possível realizar seu registro utilizando apenas um croquis, onde estará desenhada toda a estrutura e registradas as medidas aferidas. Quando o objeto de estudo é uma estrutura complexa, com muitos cômodos e com detalhes construtivos, pode ser difícil representá-la com todos os seus detalhes utilizando apenas um croquis. Nesse caso deve-se fazer um croquis esquemático<sup>83</sup> da estrutura toda (com a indicação dos seus espaços internos) onde serão anotadas as medidas gerais externas; e devem-se fazer croquis dos espaços internos, individualmente ou em pequenos grupos (dependendo do nível de detalhe existente na estrutura e que se quer registrar, para posterior representação).

O importante é realizar o levantamento dos dados da estrutura com as informações suficientes para possibilitar a realização da pesquisa a que se propõe. Os papéis utilizados para realizar tanto o registro como a representação, devem contar com indicações do objeto que está sendo retratado, do sítio arqueológico do qual faz parte, da data de realização do levantamento, do arqueólogo responsável pela pesquisa e daquele responsável pelo registro ou representação. O desenho deve ainda conter legenda, indicação do Norte geográfico, e indicação do instrumento e nível de precisão utilizado no levantamento, e qualquer outra informação adicional necessária à posterior análise.

#### **2.1.2.4 Dados dos materiais construtivos**

A partir desta etapa do levantamento de dados, apresentam-se procedimentos operacionais que diferenciam e caracterizam o método que está sendo aqui proposto. Como já foi exposto, o universo de abrangência do método são as estruturas construídas em alvenaria de tijolo cerâmico, pedra ou mista<sup>84</sup>; sem argamassa ou com argamassa. O tijolo utilizado é tijolo cerâmico maciço, e a rocha, geralmente, é aquela de mais fácil manuseio e

---

<sup>83</sup> Croquis esquemático é aquele desenho que além de não obedecer as Normas de Desenhos Técnicos, não retrata a realidade da estrutura, apenas sua caricatura.

<sup>84</sup> Os tijolos e as rochas estão sendo aqui considerados como uma unidade básica para efeito da construção em alvenaria.

entalhe. Os procedimentos sugeridos para esse levantamento são emprestados da arquitetura e engenharia e devem produzir dados quantificáveis aptos a serem contrastados.

Levantar dados dos materiais construtivos é obter informações sobre as suas características físicas. Deve ser identificado o tipo de material, sua composição, formato, dimensões e coloração, e a aparência<sup>85</sup>. A caracterização desses materiais vai contribuir com a identificação de aspectos do *modus construendi* da comunidade que edificou a estrutura.

Para realizar esse levantamento é necessário medir, registrar e representar os materiais construtivos. A diferença do levantamento de dados de materiais construtivos para os dados espaciais está na escala a ser utilizada e, portanto, nos elementos a serem evidenciados. É comum que os desenhos para representação dos materiais construtivos sejam feitos nas escalas de 1/10 e até de 1/1, deixando mais evidentes os caracteres individualizadores desses materiais (como já foi exemplificado pela Figura 03).

#### **2.1.2.4.1 Tipos de materiais construtivos**

Dos materiais construtivos para construção de paredes, serão aqui tratados apenas dois tipos: tijolo cerâmico maciço e rocha. Cada um desses tipos apresenta características físicas e mecânicas específicas. No caso do tijolo cerâmico maciço e da rocha, ambos cumprem a mesma função numa parede, são as unidades básicas que, agrupadas, formam a parede. No entanto, como cada um desses materiais tem especificidades que os diferenciam, devem ser individualizados no processo de levantamento de dados.

##### **a) Tijolo cerâmico maciço**

O tijolo cerâmico é um bloco de barro cozido no formato de paralelepípedo. Tradicionalmente, é usado na variação maciço, ou seja, compacto, sem partes ocas. Nos dias de hoje, é comum encontrar no comércio além do tijolo maciço, os tijolos de seis ou oito furos, e outros. A função do tijolo numa edificação é de ser o elemento constitutivo

---

<sup>85</sup> Manacorda. op.cit. p.54.

da construção: as unidades básicas que, quando agrupadas, formam a parede, definindo assim os limites e espaços tridimensionais dessa construção e servindo de suporte para outros pavimentos e para a cobertura.

A cadeia operatória do tijolo, segundo Manacorda, é a mesma de todo material cerâmico, pois segue a seguinte seqüência de ações: coleta da matéria-prima, preparação da pasta, homogeneização, moldagem, secagem e queima. Através do levantamento de dados de material construtivo, é possível conhecer aspectos das etapas de moldagem, secagem e queima; já as etapas de coleta e preparação da pasta e de queima podem ser estudadas a partir da análise da matéria-prima, e serão tratadas no item levantamento de dados da matéria-prima.

Quais são os dados que podem ser extraídos a partir dos tijolos? Para a definição de tipos de tijolos devem ser observadas dimensões, cor/composição e aparência. No entanto, as informações sobre a cor poderão ser mais bem estudadas durante a etapa de levantamento de dados das matérias-prima, pois estão diretamente relacionadas à composição da matéria-prima e à cocção da cerâmica. Nesta etapa, agora, é feita uma descrição preliminar da coloração, baseada na observação visual, para a separação de tipos. Quanto à dimensão e aparência, esses são atributos que podem permitir a identificação de tipos de tijolos. E conhecendo a suas dimensões e a aparência, é possível conhecer aspectos do processo de preparação dos tijolos: intencionalidade, casualidade, planejamento, medição, ou seja, como essas comunidades entendiam que deveria ser feito um tijolo.

#### *a1) Aparência*

Analisar a aparência de um tijolo é observar sua feição exterior. O tijolo é um paralelepípedo e é composto por dois elementos: faces e arestas. Cada unidade conta com seis faces e oito arestas. A face é um lado do tijolo; e a aresta é a linha que separa duas faces.

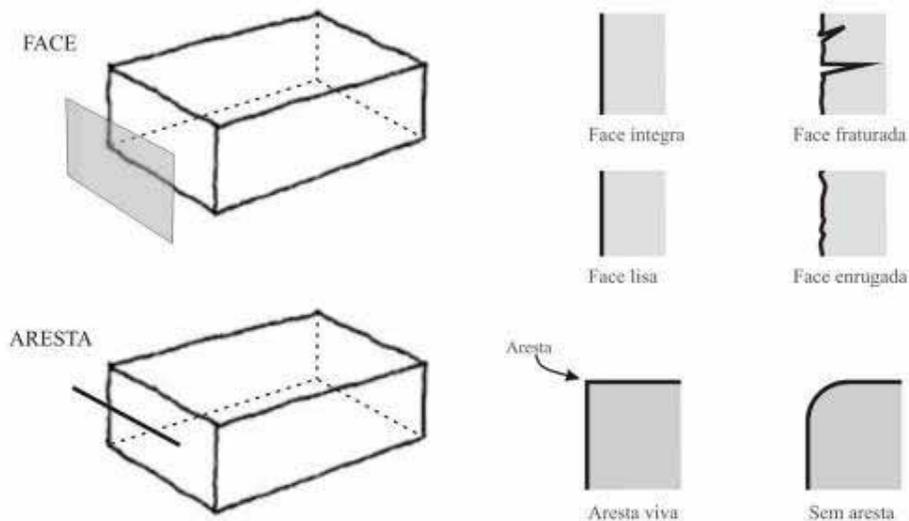


Figura 04. Ilustração da *face* e *aresta* e das situações extremas de cada um dos componentes da feição exterior de um tijolo: a face varia de lisa a enrugada; e um tijolo pode ter uma aresta viva ou não ter aresta. Fonte: Figura pela autora.

O atributo aparência, assim como o atributo dimensão, contribui para aumentar o conhecimento que se tem sobre o *modus construendi* de determinada comunidade. Conhecer as marcas deixadas na feição de um tijolo é evidenciar procedimentos utilizados na sua preparação.

As faces sofrem variação do grau de planura e do grau de integridade. Podem ser desde lisas até enrugadas; e desde íntegras até fraturadas. Mas não há uma nomenclatura padrão definida sobre o grau de variação da planura nem da integridade, cabendo a cada pesquisador definir a sua. Da mesma maneira, há variação nas arestas: um tijolo pode ter arestas vivas, ou não apresentar arestas (não ter arestas é quando há o arredondamento das suas bordas). Para se obter esse dado, também será necessário que o pesquisador elabore uma nomenclatura específica pela ausência de um padrão.

Mas, para que esses dados sejam confiáveis é necessário saber identificar quais foram as marcas deixadas durante o processo de preparação do material e quais marcas foram o resultado de ações, antrópicas ou naturais, pós-preparação. Essa diferenciação é dada pela evidência de que pasta foi cozida nas condições em que se apresenta no momento da observação. Ou seja, se o que se observa é a parte interna do tijolo, essa aparência é resultado de ações pós-preparação e não retratam o *modus construendi* de uma

comunidade. Porém, se a feição externa do tijolo exibir a superfície que sofreu a cocção, este é um tijolo que fornecerá dados confiáveis.

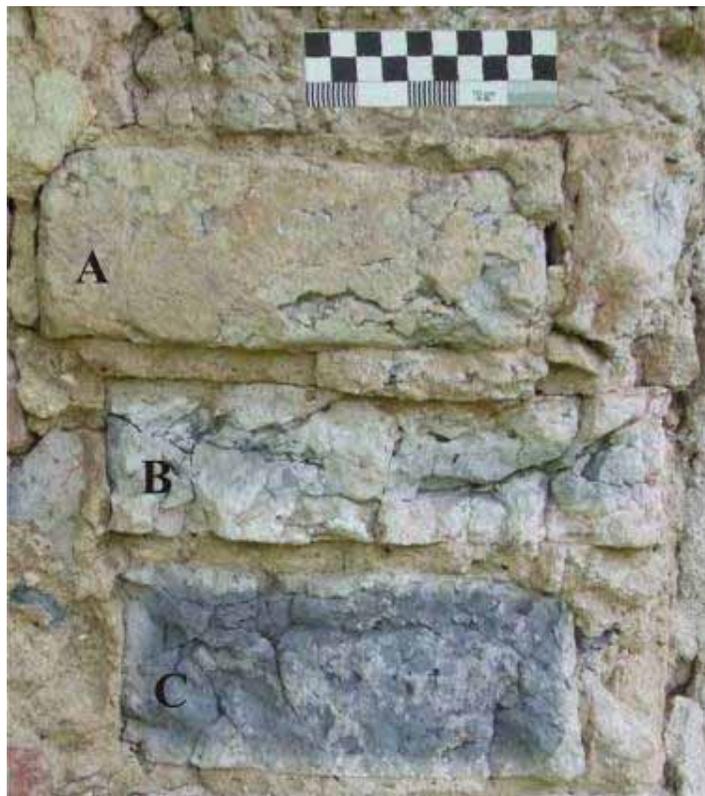


Foto 01. Exemplos de tijolos que apresentam a feição externa e tijolos que evidenciam a parte interna. No tijolo A grande parte da face em evidência apresenta as marcas da cocção; nos tijolos B e C, percebe-se, em diferentes graus, a diferença entre a coloração da superfície e da parte interna central. Se os dados fossem ser levantados a partir dos tijolos B e C, não estariam contribuindo para aumentar o conhecimento sobre os procedimentos de preparação dessa material construtivo. Fonte: Foto pela autora.

### *a2) Dimensões*

Um tijolo é composto de três planos: um horizontal, um vertical e uma profundidade. Esses planos são denominados comprimento, espessura e largura. Para aferir as medidas de um tijolo deve-se utilizar, de preferência, uma trena metálica de maneira que o gancho da extremidade da trena seja fixado numa das faces, minimizando possíveis irregularidades das arestas. Antes de realizar a medição, é importante observar e ter certeza sobre a integridade do tijolo. As medidas de um tijolo quebrado podem comprometer as conclusões da pesquisa.

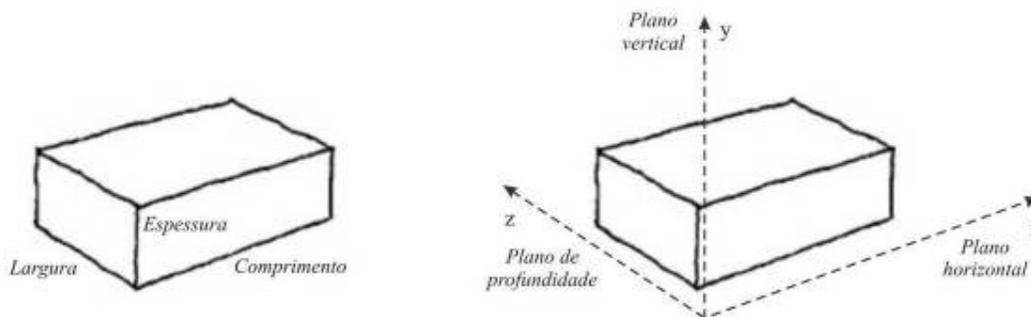


Figura 05. Os três planos de um tijolo: horizontal, vertical e profundidade, ou seja, comprimento, espessura e largura, respectivamente. Fonte: Figura pela autora.

Considerando que a industrialização teve início no Brasil a partir do século XX, pode-se considerar a preparação de tijolos no período pré-industrial uma produção artesanal. Os tijolos eram produtos da moldagem da argila em fôrmas de madeira. Cada indivíduo construía sua(s) forma(s) e não havia formas perfeitamente iguais umas às outras. Nessas circunstâncias, é comum identificar irregularidades nas dimensões e aparência dos tijolos maciços. A partir dessa constatação, orienta-se que sejam medidos, ao menos, dez diferentes unidades de tijolos. A partir do resultado da medição, poderá ser evidenciada a medida mínima e máxima de cada uma das medidas aferidas (comprimento, espessura e largura), e conseqüentemente, a variação-tipo de cada dimensão para o tipo de tijolo.

Para verificar a *dimensão real média* de um tijolo, segundo Yasigi<sup>86</sup>, pode-se realizar outro tipo de medição. Colocar vinte e quatro unidades de tijolo, lado a lado, medir o conjunto e dividir o resultado aferido pelo número vinte e quatro. Quando não for possível posicionar uma fileira, podem ser feitas duas fileira de doze unidades de tijolos, ou três fileiras de oito unidades. No caso de mais de uma fileira, os valores devem ser somados e também devem ser divididos pelo número vinte e quatro.

### **a3) Coloração**

A identificação da coloração do tijolo cerâmico é a verificação da cor da pasta do tijolo. Deve-se considerar que essa cor é o resultado da cocção da argila durante a sua produção, e não a cor da argila crua. Esse parâmetro, associado aos parâmetros dimensões e

---

<sup>86</sup> Yasigi, 2003. p. 451 e NBR 7170 de 1983.

aparência da superfície/acabamento, auxiliará na identificação de tipos de tijolos cerâmicos em uma estrutura construída. Essa identificação é feita a partir da observação direta da superfície do tijolo. Como é comum encontrar tijolos com a parte interna enegrecida resultado da cocção, seria incorrer em erro identificar a coloração da pasta observando a sua parte interna e não a superfície.



Foto 02. Exemplo de dois tipos de tijolos considerando a coloração da pasta a partir da superfície. Observar que os tijolos da direita, por estarem seccionados, permitem a visualização do interior enegrecido, mas é na superfície que se pode verificar a coloração da pasta. Fonte: Foto pela autora.

A atribuição de determinada cor a um tijolo pode ser mais ou menos rigorosa. Ou o pesquisador define uma nomenclatura própria de cores (como vermelho escuro, vermelho claro etc.) e identifica que um tijolo tem uma cor específica dessa nomenclatura. Ou, utiliza um colorímetro para identificar a cor exata do tijolo, independentemente da luminosidade no momento da identificação.

A escolha por um menor ou maior rigor está relacionada à posição hierárquica desse parâmetro na identificação de tipos de tijolos. Se a coloração for determinante para a definição da tipologia, pois os demais parâmetros não o permitem, sugere-se um maior rigor na identificação da cor. Caso contrário, quando a coloração for um dado complementar, pode-se optar por um menor rigor de identificação da cor, como através da utilização de uma nomenclatura própria. O importante é que esteja explicitada, junto aos resultados da pesquisa, qual a técnica utilizada na identificação da cor.

Para proceder à identificação da coloração dos tijolos cerâmicos, é preciso levar em consideração que a cor da pasta é função de dois elementos: (1) a argila, ou mistura de

argilas utilizadas, e (2) a temperatura de cocção<sup>87</sup>. Quando o tijolo é composto por uma argila com elevada quantidade de óxido de ferro, sua pasta tende a ser mais avermelhada depois de queimada; se for maior a presença de óxido de cobalto, a pasta ficará mais amarelada; se for maior a de carbonato de cálcio, o tijolo será mais branco etc. No caso da temperatura de cocção, quando a temperatura do forno é elevada até atingir o ponto de fusão da argila, as pastas escurecem: segundo Lusa Andrade, as pastas avermelhadas se tornam marrom escura<sup>88</sup>.

Considerando o procedimento artesanal de produção do tijolo maciço no período pré-industrial, não havia como repetir precisamente uma mesma operação e os tijolos de um mesmo tipo apresentavam variações típicas deste tipo de preparação. Essa constatação serve para alertar sobre a necessidade de se estabelecer um intervalo de cores para cada tipo de tijolo e não apenas uma única cor. Um mesmo tipo de tijolos pode apresentar nuances de uma mesma cor, ou mesmo, colorações diferentes.

#### ***b) Rocha para construção civil***

A rocha utilizada na construção de estruturas arquitetônicas é um bloco que pode apresentar-se em diferentes formatos: regulares e irregulares. Assim como o tijolo cerâmico, tem a função de ser o elemento constitutivo da construção. O ciclo produtivo da rocha para ser usada na construção de edificações, se inicia pela extração ou coleta *in natura*, corte para atingir o tamanho desejado, aparelhamento em forma geométrica e/ou arredondando os cantos e regularização da superfície. Através do levantamento de dados do material construtivo é possível conhecer aspectos das etapas do ciclo produtivo.

Os dados que podem ser extraídos a partir da observação das rochas de estruturas arquitetônicas, para auxiliar na definição de tipos de rochas, são: dimensão, formato e

---

<sup>87</sup> Se esta pesquisa tratasse de artefatos cerâmicos em geral, a atmosfera do forno estaria sendo considerada também como variável que interferiria na coloração da cerâmica. Quando a atmosfera é oxidante, ou seja, quando se registra a presença de oxigênio durante a queima, a cerâmica feita de argila com presença de óxido de ferro, fica avermelhada; caso se queira, por exemplo, minimizar a ação do óxido de ferro presente na pasta, como é o caso da fabricação da porcelana, deve-se queimar a pasta numa atmosfera redutora, ou seja, com a presença exclusiva de monóxido de carbono (CHITI, 1986: p. 77-80).

<sup>88</sup> Andrade, 1995: p.26-27.

acabamento da superfície. A partir da observação dessas três variáveis, é possível verificar indícios de ações intencionais ou aleatórias, e/ou planejadas e/ou de medição, como por exemplo, verificando a repetição de uma ou mais dimensão; pode-se constatar a existência de seleção de material de construção, observando-se se há adequação da dimensão do bloco com a função da parede, se estrutural ou de vedação (pedras maiores, maior a resistência mecânica; pedras menores, menor a resistência mecânica); e, é possível ainda identificar se há controle de um supervisor durante a execução, por exemplo, pela utilização de um formato-padrão regular e pela manutenção de um mesmo acabamento de superfície.

Conhecendo dimensão, formato e acabamento da superfície das rochas é possível, portanto, conhecer aspectos do ciclo produtivo dos blocos de rocha para construção, ou seja, saber como uma comunidade entende que se deve preparar uma rocha para ser utilizada nas edificações.

#### ***b1) Acabamento da superfície***

As rochas podem ser utilizadas na construção civil em seu estado natural - enrugadas, ou com acabamento de superfície - alisadas. As faces de uma rocha de formato regular, por exemplo, recebem acabamento de superfície, resultando em faces lisas, já as rochas de formato irregular podem ou não receber esse tratamento. Registra-se, no entanto, que não há uma nomenclatura padrão definida sobre o grau de variação do acabamento da superfície, entre lisa e enrugada, cabendo a cada pesquisador definir a sua.

Assim como o formato, a observação do acabamento da superfície de rochas utilizadas na construção civil contribui para aumentar o conhecimento que se tem sobre o *modus construendi* de determinada comunidade. Principalmente sobre a cadeia operatória da rocha para construção civil.

E a escolha desse atributo como variável de estudo justifica-se pela possibilidade de identificar a realização de uma ação intencional e, até mesmo, programada e medida – essas duas últimas categorias de comportamento dependem da característica do acabamento e da sua repetição.



Figura 06. Exemplos de tratamento de superfície em rochas para construção de edifícios.  
Fonte: Figura pela autora.

Mas, da mesma maneira que para os tijolos, para se ter dados confiáveis, seria necessário diferenciar as marcas deixadas durante o processo de preparação do material, daquelas marcas resultado de ações, antrópicas ou naturais, pós-preparação. Não é certo da possibilidade de diferenciá-las, mas podem-se observar diferenças na textura e na presença ou ausência de substâncias agregadas à superfície.

### *b2) Dimensões*

A rocha para ser utilizada na construção civil passa a ser compreendida como um elemento composto de três planos: um horizontal, um vertical e uma profundidade. Assim como nos tijolos, esses planos são denominados comprimento, espessura e largura, e utiliza-se uma trena ou um metro de pedreiro para aferir essas medidas. No entanto, considerando a possibilidade da elevada irregularidade no formato da rocha, deve-se realizar as medidas considerando a projeção das extremidades da rocha, como se ela tivesse um formato regular.

Considerando que a preparação de rochas para utilização na construção civil resulta de uma produção artesanal, é comum identificar irregularidades nas dimensões. Orienta-se, então, que sejam medidos, ao menos, dez diferentes unidades de rocha para cada pseudo-tipo<sup>89</sup>. A partir do resultado da medição, poderá ser evidenciada a existência de intervalos de variação, medida mínima e máxima, de cada uma das medidas aferidas (comprimento, espessura e largura), e conseqüentemente, a variação-tipo de cada dimensão para o

---

<sup>89</sup> Como o levantamento de dados de materiais ainda não foi concluído para determinação exata da tipologia de rochas pela dimensão, essa identificação de tipos temporários está sendo aqui chamada de pseudo-tipo.

tamanho da rocha. E, pode-se identificar também que as rochas estão divididas em ordem de grandeza, ou seja, rochas pequenas, médias e grandes.

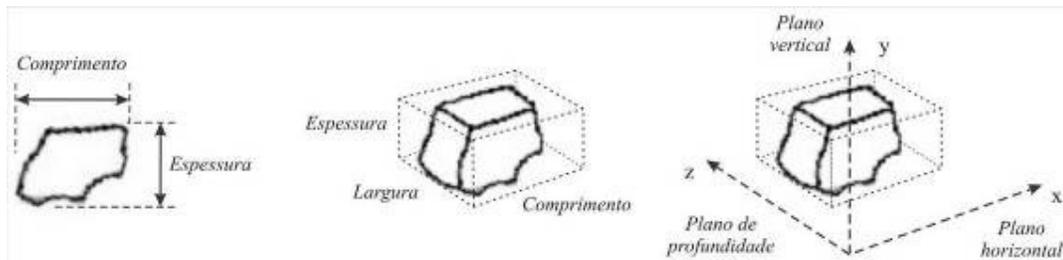


Figura 07. Os três planos projetados de uma rocha: horizontal, vertical e profundidade, ou seja, comprimento, espessura e largura, respectivamente. Fonte: Figura pela autora.

### ***b3) Formato***

A rocha usada na construção de um edifício pode ter formatos regulares (geométricos) e irregulares. Normalmente, uma rocha em estado natural apresenta formatos irregulares e uma rocha trabalhada pode apresentar formatos regulares ou irregulares.

Aquelas em formatos regulares podem ser retangulares ou quadrangulares, com arestas vivas ou cantos levemente arredondados. E aquelas de formatos irregulares podem ser como polígonos irregulares, a exemplo do trapézio, ou tender a formatos circulares ou não apresentarem formatos reconhecíveis.



Figura 08. Formatos de rochas utilizadas na construção de edifícios. Regulares e irregulares. Fonte: Figura pela autora.

Deve-se ressaltar, contudo, que a regularidade do formato de uma rocha está relacionada ao conjunto de rochas utilizadas na alvenaria. Uma alvenaria construída com rochas regulares é aquela em que as rochas apresentam formato geométrico e dimensões padrão, demonstrando uma ação intencional, programada e de medição. Já uma alvenaria construída com rochas irregulares, utiliza rochas de formatos irregulares e dimensões variadas, não necessariamente o resultado de uma ação intencional, programada e/ou de medição.

#### **2.1.2.4.2 *Materiais ligantes***

A argamassa de assentamento é o elemento que une solidamente as unidades básicas que formam a parede (tijolos e/ou rochas), permitindo a distribuição uniforme das cargas e a vedação dos espaços entre esses elementos. Esse espaço é denominado “junta” e é preenchido com a argamassa.

##### ***a) Argamassa de assentamento***

A preparação da argamassa de assentamento segue uma seqüência de ações padrão: definição do traço, coleta das matérias-primas e homogeneização. Através do levantamento de dados da matéria-prima é possível conhecer aspectos das etapas de coleta e homogeneização. Os dados que podem ser extraídos a partir da argamassa são: dimensão (espessura), disposição das juntas verticais e composição. Esta última, no entanto, será mais bem estudada durante a etapa de levantamento de dados das matérias-primas, pois estão diretamente relacionadas à sua composição.

A partir dessas variáveis é possível verificar se houve ações intencionais, planejadas, e medições para aplicar a argamassa.

##### ***a1) Dimensões das juntas (espessura)***

A argamassa de assentamento ocupa o espaço entre os tijolos ou rochas, tanto acima e embaixo, como dos lados direito e esquerdo. Esses espaços também podem ser chamados “juntas na posição vertical” (entre elementos que estão no mesmo nível), e “juntas na posição horizontal” (entre elementos que estão em níveis diferentes). A dimensão das juntas é a distância entre os elementos ou a espessura da camada de argamassa usada.

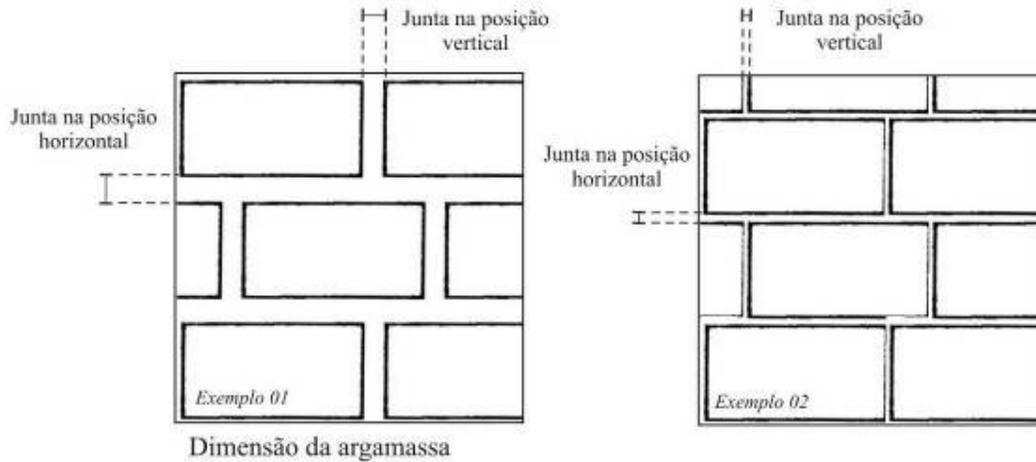


Figura 09. Exemplos de dimensão de argamassa, tanto da junta na posição vertical como da junta na posição horizontal. Fonte: Figura pela autora.

Considerando a possibilidade de variação na dimensão da argamassa numa mesma alvenaria, orienta-se que sejam medidas, mais de três diferentes juntas na posição horizontal e mais de três diferentes juntas na posição vertical para cada pseudo-tipo<sup>90</sup>. Dessa maneira, e através da obtenção da média de todas as medidas aferidas, por ser um indicador de tendência que permite apontar um resultado padrão, identifica-se a dimensão das juntas na posição vertical e na posição horizontal. A partir dos resultados da medição, ainda poderão ser registrados os intervalos de variação, da medida mínima a máxima, de cada um dos tipos de juntas.

#### *a2) Disposição das juntas verticais*

A maneira como as juntas verticais estão dispostas entre si é de grande relevância para a resistência e estabilidade das paredes. A melhor disposição é quando os tijolos e /ou rochas estão amarrados entre si, ou seja, quando há o trespasse das unidades de níveis diferentes<sup>91</sup>.

<sup>90</sup> Como o levantamento de dados de materiais ainda não foi concluído para determinação exata da tipologia de rochas pela dimensão, essa identificação de tipos temporários está sendo aqui chamada de pseudo-tipo.

<sup>91</sup> Leggerini. p.12.

A verificação da disposição das juntas verticais, portanto, deve ser verificada medindo a distância entre as juntas verticais de níveis diferentes entre si e verificando a repetição dessa medida. Porém, considerando a possibilidade da elevada irregularidade na disposição de tijolos e/ou rochas, devem-se realizar as medidas, ao menos, em dez diferentes juntas na posição vertical de níveis diferentes entre si para cada pseudo-tipo<sup>92</sup>.



Figura 010. Exemplos de diferentes disposições de “juntas na posição vertical”. Fonte: Figura pela autora.

### 2.1.2.5 Dados da matéria-prima dos materiais construtivos e ligantes

A partir dessa etapa, apresentam-se procedimentos operacionais emprestados da arqueometria, como meio para se obter informações quantificáveis e aptas a serem contrastadas. Levantar os dados da matéria-prima dos materiais construtivos e materiais ligantes é obter informações sobre os elementos que compõe os materiais e os procedimentos operacionais utilizados na sua preparação. Todo material de construção ou ligante é composto por um ou mais elementos: o tijolo cerâmico, grosso modo, é formado por argila e antiplástico. Esses dados permitem compreender como foram preparados esses materiais e, conseqüentemente, contribuem para uma melhor compreensão sobre a maneira como as sociedades construam seus edifícios.

---

<sup>92</sup> Como o levantamento de dados de materiais ainda não foi concluído para determinação exata da tipologia de rochas pela dimensão, essa identificação de tipos temporários está sendo aqui chamada de pseudo-tipo.

Para realizar esse levantamento, é necessário coletar amostras dos materiais e realizar exames físico-químicos. Os cuidados com a coleta vão desde a quantidade de material a ser retirado até a maneira como essa retirada deve ser feita.

A importância de se conhecer a composição dos materiais de construção e ligantes está na possibilidade de reconstruir as circunstâncias de sua produção e os processos técnicos utilizados<sup>93</sup>. Conhecer a matéria-prima possibilita apreender aspectos da fonte dessa matéria-prima e, portanto, dos processos de provimento, como: compra/venda, locais de compra/venda, vias de tráfego para circulação do material e sua escala de utilização; e possibilita apreender também aspectos da produção do material, como a incorporação intencional de algum elemento, a proporção de utilização dos diversos elementos, a existência ou não de queima, e, em caso afirmativo, a técnica de queima, inclusive a temperatura.

#### *2.1.2.5.1 Coleta de amostras*

A coleta de amostras dos materiais construtivos para submeter aos exames arqueométricos não pode ser feita aleatoriamente. Deve-se fazer atenção à quantidade e maneira como as amostras serão coletadas, pois além de ser uma ação destrutiva, as amostras estão sujeitas à contaminação, podendo inviabilizar os exames e comprometer os resultados.

Os cuidados com a quantidade de material a ser coletado estão relacionados à possibilidade de danificar a estrutura, caso seja uma amostra muito grande, e à possibilidade de não poderem ser realizados os exames, caso seja uma amostra muito pequena. A rigor, todo pesquisador deve ter como regra a realização de uma coleta mínima para não prejudicar a integridade do Bem. Contudo, a quantidade de amostra a ser coletada deve considerar a quantidade de exames a ser feitos, por isso é preciso planejar quais exames serão realizados e, então, dimensionar a quantidade de amostras necessária.

---

<sup>93</sup> Manacorda. op.cit. p.328-329.

No tocante à possibilidade de contaminação, é preciso tomar cuidado com a amostra que será coletada. Grosso modo, há dois tipos de exames arqueométricos: aqueles que verificam a composição da amostra e aqueles que realizam a sua datação absoluta. Cada exame estabelece as condições necessárias de coleta e armazenamento para evitar contaminação e comprometimento do resultado.

Há um protocolo a ser seguido, dependendo do tipo de exame, a saber: decisão da quantidade de material, local de retirada, procedimento de coleta, armazenamento, registro e submissão aos exames.

*a) Amostras para verificação composicional*

Na definição da quantidade de amostra a ser coletada é preciso considerar a quantidade de exames a serem feitos e a quantidade de material necessária. Deve-se consultar o(s) responsável(is) pelo(s) exame(s) para saber essa quantidade. Quanto mais exames, maior tem que ser a amostra. Exceto quando se tratar do exame macroscópico, já que a amostra não é danificada e pode ser reutilizada, e quando se tratar do exame de DRX e FRX, pois as amostras podem ser submetidas a ambos os exames.

Quanto ao local a ser escolhido para a retirada da amostra, dois aspectos devem ser considerados: tanto a escolha da alvenaria, como do local na alvenaria. A escolha da alvenaria está relacionada às perguntas pré-formuladas e a escolha do local na alvenaria está ligada a necessidade de evitar pontos não-íntegros e/ou contaminados. Os locais a serem descartados são, por exemplo, partes de uma alvenaria que sofreu, ou que pode ter sofrido reforma, havendo acréscimo de materiais construtivos de outras épocas, ou locais com inserção de materiais que não integram uma alvenaria, como metal, madeira etc., ou locais demolidos. Em todos esses casos, a confiabilidade do resultado é baixa, podendo comprometer os resultados.

Depois de escolhidos a alvenaria e o local na alvenaria, deve-se limpar o local retirando-se impurezas que podem ser interpretadas como parte integrante da amostra. Essa limpeza pode ser feita pela retirada de substâncias ou poeira sobre a alvenaria, com o auxílio de um pincel, por exemplo, mas também pode ser feita com a retirada de uma fina camada da própria alvenaria, que será descartada.

Para a coleta, propriamente dita, esta pode ser feita com auxílio de martelo de geólogo e formão. De preferência formão para trabalhar madeira, pois é mais controlável e menos destrutível. Durante a coleta, deve-se descartar o material que cair no chão, aproveitando-se apenas aqueles recolhidos diretamente da alvenaria, evitando contaminação com outras substâncias.

Após a retirada, a amostra deve ser armazenada em recipiente ou saco plástico novos. Esse cuidado é para impedir a perda e/ou contaminação da amostra. Cada amostra deve trazer, numa etiqueta, a indicação da alvenaria de onde foi retirada, com anotação do pavimento, do cômodo ou setor etc..

Finalmente, para submeter a amostra ao exame, o pesquisador deve guardar o registro da numeração da amostra enviada, a título de controle, e deve preparar um dossiê que seguirá junto com a amostra. Esse dossiê, além da apresentação da pesquisa e do pesquisador, do local e data, deve conter a descrição sucinta do sítio arqueológico de onde foi retirada a amostra, a localização precisa de onde estava a amostra e as condições em que se encontrava, a apresentação das circunstâncias da coleta, indicando as ferramentas, procedimentos e horário, os objetivos da realização do exame com apresentação das hipóteses a serem confirmadas e outras informações pertinentes, para auxiliar o responsável pelo exame.

#### ***b) Amostras para datação por termoluminescência***

A quantidade de amostra de material construtivo a ser coletado para exames de datação absoluta não é apenas a quantidade de material necessária ao exame. Algumas vezes é preciso que haja mais material para envolver aquele que será examinado. Normalmente, exames de datação absoluta estão relacionados à medição da luminescência presente em alguns minerais. Essa luminescência pode sofrer alteração quando a amostra está submetida a certas situações indesejadas, como contato com luz, calor etc.. Portanto, quando o pesquisador consegue isolar a alvenaria dessas situações, a quantidade de amostra a ser retirada pode ser apenas a quantidade necessária ao exame. Porém, no caso em que não há como garantir uma proteção, a amostra deve ser maior. É em laboratório, onde o ambiente é controlado, que a amostra será preparada. É interessante consultar o(s) responsável(is) pelo(s) exame(s) para saber a quantidade de material necessária e é

preciso planejar os exames a serem realizados, pois a amostra tem sua emissão luminescente anulada durante o exame.

Assim como nos exames de identificação da composição, deve-se escolher o local para a retirada da amostra considerando a alvenaria e o local na alvenaria. No caso da amostra para datação, além da escolha do local na alvenaria deve-se evitar pontos não-íntegros e/ou contaminados, deve-se também preferir locais que sempre estiveram protegidos da luz e do calor, como por exemplo, áreas internas, com telhado, com reboco, por detrás de móveis etc.

Especificamente para esses exames de datação, aconselha-se que as amostras sejam retiradas ao entardecer ou à noite, evitando a luz do sol. Nesses horários, o pesquisador pode utilizar lanternas recobertas com papel translúcido, na cor vermelha. Em horários diurnos, há ainda a possibilidade de utilizar aparatos de proteção da luz, como barracas especialmente preparadas, por exemplo, recobertas com tecido preto espesso.

Quanto à preparação do local para a retirada da amostra, ao invés de se preocupar com a limpeza de impurezas, deve-se realizar a retirada dos elementos que recobrem a amostra, como reboco que será descartado. Essa atividade só pode ser realizada ao abrigo da luz.

Para a coleta, podem ser usadas ferramentas como martelo de geólogo e formão de trabalhar madeira. A atividade consiste na retirada do material do entorno da amostra, no seu envolvimento com tecido ou plástico preto e na retirada do material, já envolvido. O material deve ser guardado ao abrigo da luz e do calor, como em uma caixa de papelão, antes de ir para laboratório.

Após a retirada, a amostra deve receber etiqueta com indicação da alvenaria de onde foi retirada, com anotação do pavimento, do cômodo ou setor etc..

A submissão dessa amostra ao exame deve ser feita com envio da amostra e de um dossiê. Deve constar, nesse documento, a apresentação da pesquisa e do pesquisador, o local e data, a descrição sucinta do sítio arqueológico, a localização de onde estava a amostra e as condições em que se encontrava, a apresentação das circunstâncias da coleta indicando as

ferramentas, procedimentos e horário, o objetivo do exame e outras informações para auxiliar o responsável pelo exame.

#### **2.1.2.5.2 Métodos arqueométricos de verificação**

Existem várias técnicas disponíveis para se obter informações quantitativas a partir das amostras dos materiais construtivos e matérias-primas. Para cada pergunta feita existe uma ou mais possibilidades de respostas, cada uma solicitando diferentes níveis de investimentos físico/financeiros e de tempo; e oferecendo diferentes tipos de informação e de precisão dessa informação. A escolha de determinada técnica está intimamente relacionada com o objetivo e recursos do pesquisador.

A seguir, serão apresentados alguns instrumentos arqueométricos e seu potencial informativo/descritivo, de maneira que se possam conhecer as possibilidades de pesquisa e escolher o instrumento adequado ao estudo que se quer realizar.

##### **a) Exame ótico macroscópico**

Essa é a técnica mais simples de levantamento de dados em materiais, podendo inclusive ser uma técnica não destrutiva, pois não exige que sejam retirados fragmentos do material a ser analisado<sup>94</sup>. O exame ótico macroscópico consiste na observação da superfície do material construtivo a olho-nu ou com lente. Através desse exame é possível caracterizar os materiais identificando atributos que os agrupem e diferenciem.

Mas o que será observado nesses materiais? Segundo Nuno Bicho, no caso da cerâmica, a sua pasta deve ser descrita detalhadamente: ...“*inclusões, textura e homogeneidade da pasta, tamanho do grão e cor exterior e interior*”<sup>95</sup>. E também devem ser examinadas amostras das possíveis fontes da matéria-prima para comparação.

---

<sup>94</sup> Idem. p.329.

<sup>95</sup> Bicho. op.cit. p. 412.

### *a1) Granulometria*

Através da *Nomenclatura da Granulometria de Detritos Sedimentares* é possível se ter uma idéia dos tamanhos dos grãos presentes na amostra. Essa observação tem um nível de precisão baixo, mas é útil para caracterizar se o material tem predominância de grãos mais próximos do tamanho-areia ou do tamanho-argila, por exemplo, e se há a presença de grãos do tamanho-grânulos, que podem, por exemplo, cumprir a função de antiplástico numa amostra de tijolo cerâmico. A identificação de diferentes composições e proporções das matérias-prima num material, pode permitir a identificação de diferentes grupos de materiais.

**TABELA 01.** NOMENCLATURA DA GRANULOMETRIA DE DETRITOS SEDIMENTARES.

<b>Diâmetro</b>	<b>Fragmento</b>
256 mm	Matacão
64 mm	Bloco
4 mm	Seixo
2 mm	Grânulo
0,062 mm	Areia
0,004 mm	Silte
	Argila

### *a2) Coloração*

Através da diferença de coloração é possível se ter uma idéia das matérias-primas utilizadas na preparação do material.

### *a3) Grau de seleção, Esfericidade e Arredondamento dos grãos*

Também é possível verificar através do exame ótico o grau de seleção, esfericidade e arredondamento dos grãos utilizando a tabela de Compton. O grau de seleção é outro atributo que permite identificar grupos de materiais. Mas, diferentemente da Nomenclatura de Granulometria, que identifica e denominam tipos de matérias-prima, o Grau de Seleção identifica e denomina tipos de materiais de construção, ou seja, de combinação de matérias-prima. Já a esfericidade e arredondamento dos grãos, estão

relacionados ao meio de transporte e de sedimentação a que a matéria-prima esteve submetida<sup>96</sup>. Esses atributos (esfericidade e arredondamento), além de contribuir para o estabelecimento de tipos de matérias de construção, permitem obter informações sobre aspectos do local de origem da matéria-prima.

**TABELA 02.** TABELA DE COMPTON, 1962.

Fonte: Shepard, 1967.

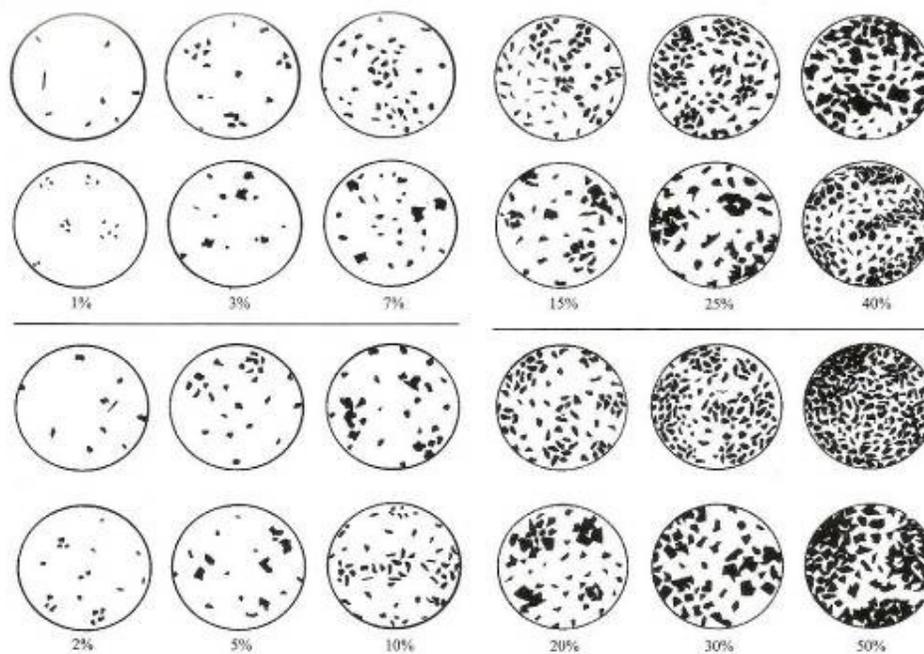


Finalmente, ainda pode ser observada numa amostra de material construtivo (seja de tijolo ou rocha) e de material ligante (argamassa de assentamento), a estimativa em porcentagem de substâncias minoritárias (ver planilha para estimativa de porcentagem). Esse dado complementa a informação sobre o grau de seleção, acrescentando informação sobre a quantidade percentual dos elementos que diminuem o grau de seleção dos materiais.

<sup>96</sup> Idem. p.301.

**TABELA 03.** PLANILHA PARA ESTIMATIVA DE PERCENTAGEM.

Fonte: Reproduzido do Journal of Sedimentary Petrography, vol. 25, n.3, pg: 229-234, Set. 1995.



Os métodos acima apresentados não permitem afirmar, com precisão, a composição e origem das matérias-primas dos materiais construtivos, apesar de que é possível reconhecer o local de origem, nos casos muito evidentes em que matéria-prima e fonte sejam homólogas. Porém, possibilitam reconhecer diferenças de composição dos materiais, com base em atributos de granulometria, coloração, esfericidade, arredondamento, grau de seleção e percentagem para o estabelecimento de tipos de materiais. E, permitem, ainda, reconhecer aspectos do processo de produção desses materiais construtivos, quando se verifica que o material construtivo é resultado de uma única matéria-prima, ou da junção intencional de matérias-primas diferentes, proveniente de diferentes fontes e resultado de diferentes meios de transporte.

***b) Exame ótico microscópico/ análise petrográfica***

Essa técnica permite a identificação dos minerais contidos nas amostras pela feição típica que cada mineral apresenta e pode ser aplicada tanto para tijolos cerâmicos como rochas e argamassas. A análise petrográfica utiliza lâmina delgada (resultado do corte da rocha ou

mineral) ou lâmina de pó (resultado da moagem ou concentração dos minerais) e microscópio de luz polarizada, denominado Microscópio Petrográfico, e só pode ser realizada por um profissional especializado<sup>97</sup>. É uma técnica considerada confiável, pois cada mineral tem uma aparência específica.

No âmbito deste trabalho, no entanto, a análise petrográfica é utilizada tanto para a identificação qualitativa como quantitativa da composição mineralógica das amostras. A identificação qualitativa segue o procedimento tradicional, como demonstra o exemplo abaixo. Já a identificação quantitativa, é feita a partir da contabilização das áreas ocupadas por cada mineral numa fração de lâmina.

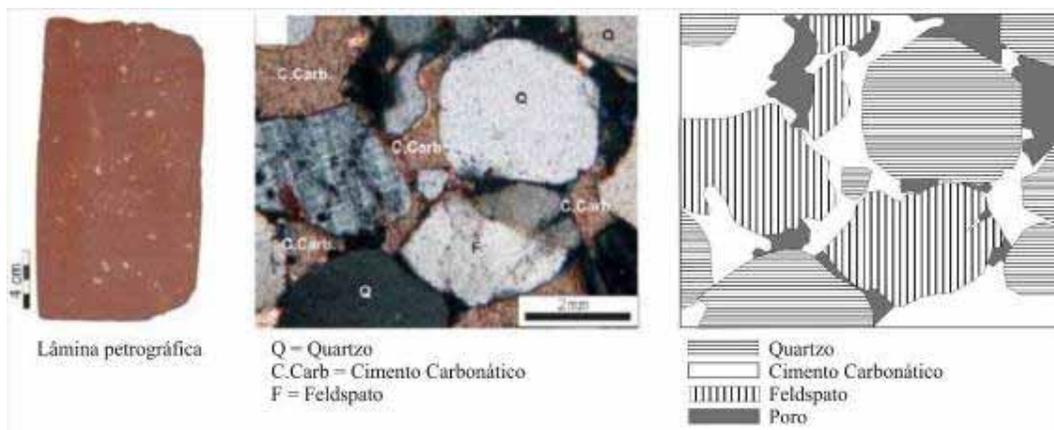


Figura 011. Exemplo de lâmina petrográfica e da sua visualização em microscópio petrográfico com identificação dos minerais presentes. Fonte: Modificado de Varela, 2005.

A verificação da quantidade em que cada mineral aparece na amostra, permitirá conhecer aspectos do processo de preparação do material, mais especificamente, a pasta cerâmica ou o traço da argamassa. Objetivamente, será identificada a quantidade de cada componente na fração de lâmina analisada. Essa quantidade é medida em “área” e traduzida em “parte”, que é a identificação da relação das quantidades entre si, ou seja, todas as áreas devem ser divididas pela menor área. O resultado será apresentado pela identificação das partes que compõe o material.

---

<sup>97</sup> Nardy, p.12.

Para a identificação do traço de uma argamassa ou de uma pasta de tijolo, no entanto, é preciso realizar o exame numa quantidade de amostras representativas. Esse processo deve ser repetido, no mínimo, três vezes para o mesmo tipo de argamassa ou de tijolo, coletados de diferentes paredes da mesma alvenaria.

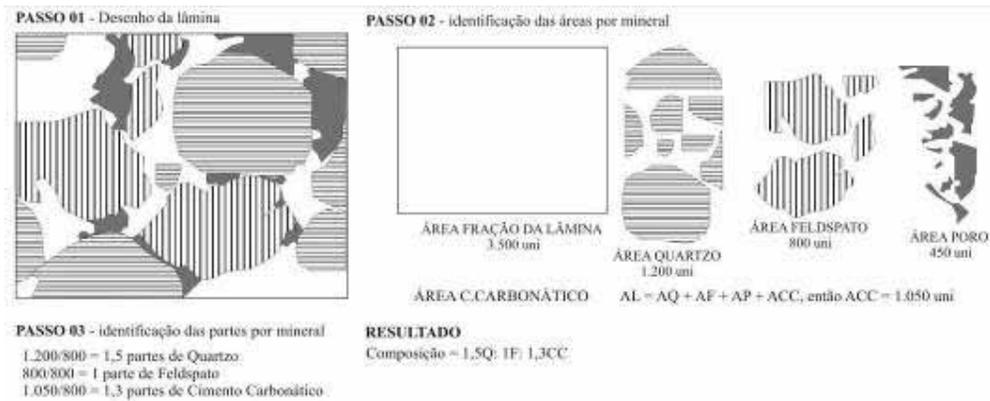


Figura 012. Quantificação da composição mineralógica em partes a partir da lâmina somando as áreas dos minerais identificados. No exemplo, há 1,5 partes de quartzo, 1 parte de Feldspato e 1,3 parte de Cimento Carbonático. Fonte: Figura pela autora.

Essa análise requer aparelhos e conhecimentos especializados na área da Física e da Geometria. É necessário preparar as lâminas, realizar os exames com equipamento específico e interpretar os resultados utilizando microscópio petrográfico e, depois, analisar as fotos tiradas no microscópio, com auxílio de softwares de desenhos, como o AutoCAD. Para utilizar essa técnica, o arqueólogo precisará dispor de recursos financeiros, tempo e de uma equipe.

### c) *Difratometria de Raios-X (DRX)*

É uma técnica que permite caracterizar materiais, como cerâmica, sedimento e rocha, a partir da identificação dos minerais que o compõem. Em grande parte dos sólidos, os átomos dos minerais estão dispostos em posições regulares no espaço (estrutura cristalina)

e cada mineral apresenta uma estrutura cristalina característica, como uma “impressão digital”<sup>98</sup>.

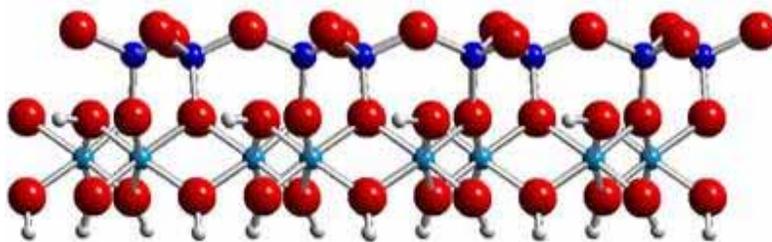


Figura 013. Estrutura cristalina do argilomineral Caulinita.  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ . Vermelho = oxigênio. Azul escuro = silício. Azul claro = alumínio. Branco = hidrogênio. Fonte: [www.e-agps.info/angelus/cap21/estcamada.htm](http://www.e-agps.info/angelus/cap21/estcamada.htm).

A técnica de DRX consiste na incidência de um feixe de raios-X em um material e na leitura do feixe refletido de acordo com a lei de Bragg<sup>99</sup> para a identificação dos minerais presentes no material. Esta técnica é considerada simples, rápida e confiável, pois cada mineral tem um padrão de difração característico<sup>100</sup>. O padrão de difração de Raios-X do Quartzo e da Caulinita, por exemplo, apresentam as características dos gráficos abaixo.

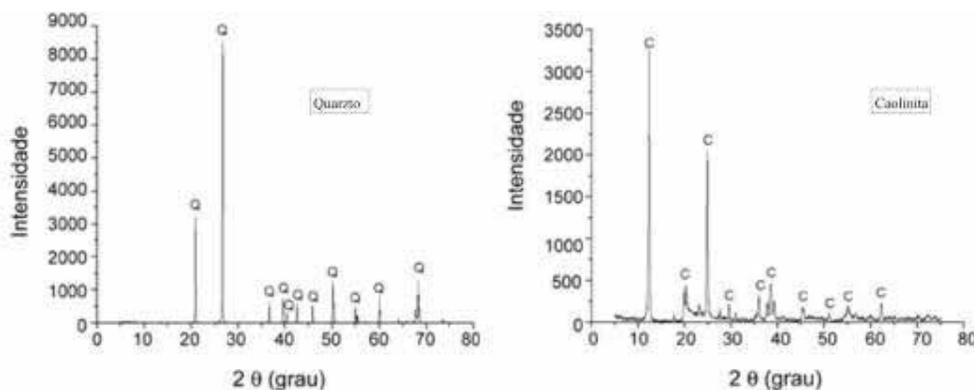


Figura 014. Difratograma de Raios-X do padrão de Quartzo e do padrão de Caulinita. Fonte: Varela, 2005.

<sup>98</sup> Gonçalves, 2008. p.73.

<sup>99</sup> Para aprofundamento sobre a técnica de DRX, sugere-se consultar D. M Moore e R. C. Reynolds Jr. X-Ray Diffraction and the identification and analysis of Clay minerals, 1997; F. S Borges. Elementos de Cristalografia, 1980; J. D. Dana. Manual de mineralogia, 1969. D. E. Sands. Introducción a La cristalografia, 1971; e D. A. Skoog D. A. ET all. Principípios de análise instrumental 5, 2002. B.D Cullity. Elements of X-Ray Diffraction.

<sup>100</sup> Boschi, 2002: p. 34.

Essa técnica além de ser utilizada para identificação dos minerais que compõem os materiais também permite sua análise quantitativa. A intensidade dos picos existentes no gráfico permite identificar a relação de quantidade entre os minerais presentes na amostra, mas isso só é possível quando o gráfico (difratograma) é submetido ao tratamento de softwares especializados como, FULLPROOF. Os gráficos produtos do DRX apresentam alterações típicas na intensidade dos picos causadas pelas diferentes densidades dos planos da estrutura cristalina, e esses programas normalizam as alterações permitindo a quantificação<sup>101</sup>.

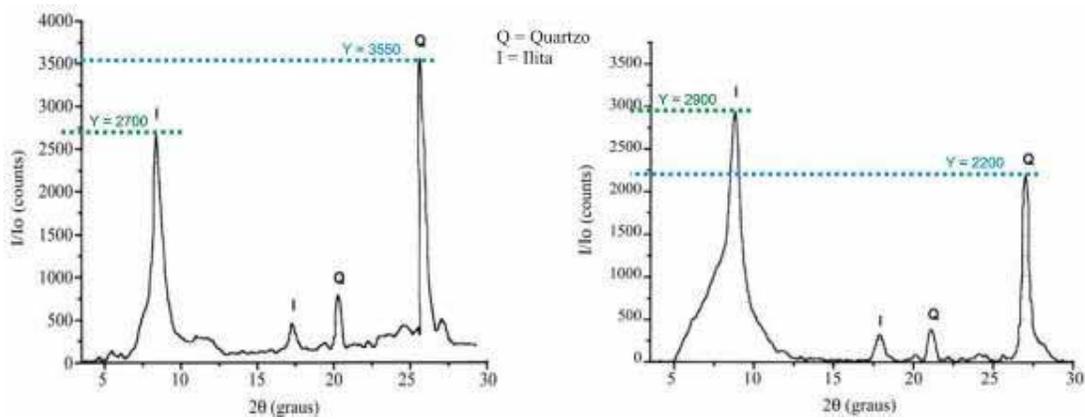


Figura 015. Difratogramas de duas amostras compostas por Ilita e Quartzo evidenciando intensidades diferentes dos respectivos picos. Essa diferença está indicando a existência de quantidades diferentes de Ilita e Quartzo em cada amostra. Considerando que estas amostras foram processadas pelo FULLPROOF.

Nos casos em que os difratogramas não tiverem a intensidade de seus picos normalizados, a quantificação dos componentes pode ser feita pela relação entre eles, para cada difratograma. Por exemplo: no gráfico da esquerda a relação  $Q/I = 1,3$  e no gráfico da direita a relação  $Q/I = 0,75$ . Essa diferença na relação  $Q/I$  indica que as amostras são de materiais distintos.

Ressalta-se, porém, que a DRX não possibilita a identificação dos minerais de argila presente nos tijolos cozidos devido à decomposição da estrutura cristalina dos argilominerais quando submetidos a temperaturas entre 200°C e 800°C.

<sup>101</sup> Idem. p. 34.

No âmbito do método aqui proposto, os difratogramas das amostras de tijolo, argamassa, rocha e sedimento, permitirão conhecer (i) a composição mineralógica dos materiais, auxiliando na identificação dos seus componentes e das possíveis fontes das matérias-primas utilizadas; e, (ii) no conhecimento de aspectos do processo de preparação do material, mais especificamente, a temperatura de cozimento do tijolo.

Apesar da simplicidade apresentada, o exame por DRX requer aparelhos e conhecimentos especializados na área da Física. É necessário preparar as amostras, realizar os exames com equipamento específico e interpretar os resultados utilizando softwares apropriados. Para utilizar essa técnica, o arqueólogo precisará dispor de recursos financeiros, tempo e de uma equipe especialista neste exame.

#### *d) Fluorescência de Raios-X (FRX)*

A FRX é uma técnica que permite identificar a composição química de materiais a partir de amostras sólidas e líquidas<sup>102</sup>. Consiste na irradiação da amostra com tubo de Raios-X promovendo a excitação dos seus átomos e a emissão de Raios-X característicos, provenientes da amostra. Cada elemento vai emitir uma energia característica que permite a sua identificação e a intensidade da emissão permite conhecer a quantidade desse elemento presente na amostra<sup>103</sup>. Esta técnica é considerada rápida e, assim como a DRX, é confiável, pois cada elemento químico emite linhas espectrais características<sup>104</sup>.

Vale ressaltar, contudo, que há diferentes sistemas de medição dessa radiação emitida, como por exemplo, os WDXRF (Wavelength Dispersive X-Ray Fluorescence) e o EDXRF (Energy Dispersive X-Ray Fluorescence). O primeiro mede os raios-X por dispersão de comprimento de onda, permitindo a leitura de elementos leves como alumínio, cloro, enxofre, fósforo, silício, magnésio, sódio, flúor, oxigênio carbono e bório<sup>105</sup>. E o segundo mede os raios-X por dispersão de energia. Nesse caso, apesar de

---

<sup>102</sup> Schmidt, 2002. P.1.

<sup>103</sup> Scapin, 2004. p.5-6.

<sup>104</sup> Idem. p.5.

<sup>105</sup> Ibidem. p. 6.

não contar com a sensibilidade do sistema anterior na identificação de elementos leves, utiliza um equipamento menos dispendioso e de utilização mais prática<sup>106</sup>.

A EDXRF ainda tem duas características marcantes: é capaz de identificar a composição química de uma grande quantidade de tipos de materiais como, por exemplo, pigmentos de manuscritos, de pinturas, ligas metálicas, objetos cerâmicos etc.; e não precisa destruir a amostra. Essa última característica tem tornado a Fluorescência um exame muito utilizado para análise de obras de artes e outros objetos de elevado valor histórico<sup>107</sup>.

Para este estudo, a FRX das amostras de tijolo e sedimento, permitirá conhecer (i) a composição química dos materiais, auxiliando os resultados parciais fornecidos pelo DRX, na identificação dos componentes das amostras e de suas possíveis fontes das matérias-primas; e (ii) no conhecimento de aspectos do processo de preparação do material, mais especificamente, a temperatura de cozimento do tijolo.

Assim como para a DRX, a Fluorescência requer equipamentos e conhecimentos especializados na área da Física e da Química. É preciso ter equipamentos específicos e interpretar os resultados a partir de softwares específicos. A FRX também é uma técnica a ser utilizada pelo arqueólogo, mas que precisa contar com recursos financeiros, tempo e com uma equipe de especialistas.

#### *e) Datação por Termoluminescência (TL)*

A termoluminescência é um método de datação indicado para datação de materiais cerâmicos. Permite saber, com precisão entre 5% a 10%, há quantos anos um material foi aquecido a uma temperatura mínima de 400°C. A vantagem da TL em relação a outros métodos é a possibilidade de datar a última queima produzida pela ação do homem. Pelo método de datação por C-14<sup>108</sup>, por exemplo, no caso de um elemento de madeira, o que

---

<sup>106</sup> Cunha e Silva, 2002. p. 17.

<sup>107</sup> Calza, 2007. p.338

<sup>108</sup> O carbono 14 também é um método de datação absoluta porém mede o decaimento de C14 em materiais orgânicos.

está sendo datado é a queda da árvore, não necessariamente a ação do homem para produzir um elemento<sup>109</sup>.

Esse método consiste na medição da quantidade de luz emitida pela cerâmica quando novamente aquecida. Essa luz é denominada luminescência e é o resultado do contato do material com radiação  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ . A partir da intensidade dessa luz pode-se inferir a *dose de energia acumulada* pela amostra. No entanto, o cálculo da idade absoluta não é feito diretamente pela intensidade da luminescência, pois dependendo do local onde o material estava haverá mais ou menos radiação. Portanto, é preciso identificar a quantidade de radiação a que o material estava sujeito, através da determinação da *taxa de dose anual*. O cálculo da idade é feito, portanto, pela relação da *dose de energia acumulada / taxa de dose anual*<sup>110</sup>. Por essa razão, há materiais jovens que apresentam elevada luminescência permitindo a leitura da intensidade e a datação, e há materiais antigos que não contam com radiação suficiente para produzir uma luminescência passível de medição. Conclui-se, portanto, que não há limite mínimo de idade para um material ser datado pelo método de TL, os limites estão relacionados à radiação a que o material estava submetido.

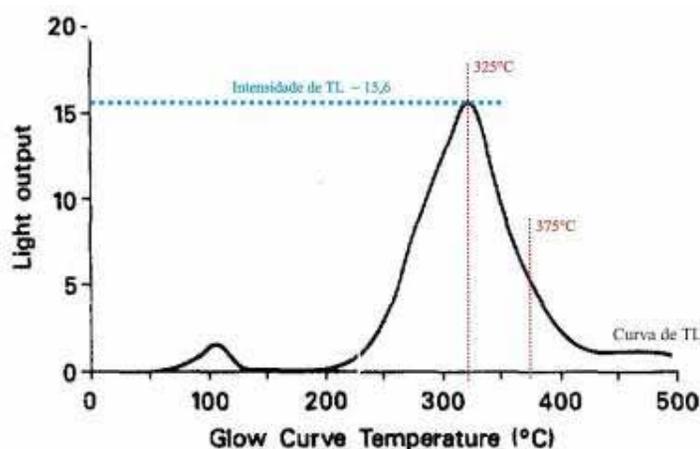


Figura 016. Gráfico da curva de emissão da termoluminescência. Os picos a serem observados para verificação da intensidade são aqueles quando a amostra está submetida a 325°C e 375°C de temperatura.

<sup>109</sup> Aitken: 1970: p. 965.

<sup>110</sup> Idem. p. 963-964.

A radiação  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  incidente sobre o material arqueológico é proveniente, principalmente, de duas fontes: do ambiente onde o material estava, ou seja, o solo que estava até 30cm ao seu redor; e dos componentes da própria matéria-prima. A radiação cósmica, no entanto, apesar de ser significativa pode ou não ser apreciada, dependendo do método utilizado<sup>111</sup>.

Esta técnica é considerada confiável pelos pesquisadores desde que alguns requisitos sejam obedecidos, tais como: o material arqueológico deve ter estado sempre protegido pelo ambiente onde foi encontrado e os procedimentos de coleta conseguiram resguardar essa condição<sup>112</sup>.

Para este estudo, o uso do método de TL permitirá conhecer a idade em que os tijolos foram produzidos, auxiliando na identificação das cronologias construtivas das estruturas. Não é, no entanto, um método simples, requer equipamentos e conhecimentos especializados na área da Física e da Química bem como a preparação das amostras para serem examinadas. É preciso ainda ter equipamentos e conhecimento específicos para interpretar os resultados. Esse método pode ser utilizado pelo arqueólogo, mas precisa contar com recursos financeiros, tempo e com uma equipe de especialistas.

#### **2.1.2.6 Dados das técnicas construtivas**

Realizar o levantamento dos dados das técnicas construtivas utilizadas nas alvenarias é obter informações sobre os procedimentos operacionais utilizados na construção. A maneira de executar uma alvenaria pode variar de acordo com os materiais disponíveis, a função da alvenaria (estrutural ou de vedação), mas, principalmente, pela maneira como as pessoas acreditam que uma alvenaria deva ser construída.

O levantamento dos dados das técnicas construtivas, na verdade, já foi iniciado desde a etapa de levantamento dos dados espaciais. Já foram registradas a espessura das paredes (dados espaciais) e a disposição das juntas da argamassa (dados dos materiais). Nessa

---

<sup>111</sup> Ibidem. 1970: p. 971.

<sup>112</sup> Ibidem. 1970: p. 974.

etapa, serão levantados os dados sobre a disposição dos materiais entre si que evidenciam a utilização de ferramentas.

A importância de se conhecer as técnicas construtivas utilizadas está na possibilidade de identificar o caráter planejador do comportamento construtivo de uma comunidade. Conhecer a disposição das juntas possibilita, por exemplo, identificar a existência ou não de uma idéia prévia sobre o produto que será resultado da ação (planejamento). E, observar se as alvenarias estão ou não no prumo e se os materiais estão ou não aprumados, alinhados e nivelados entre si, possibilita ainda identificar atitudes que seguem regras pré-estabelecidas.

Esse levantamento deve ser realizado a partir da observação da parede, para verificar como os materiais estão dispostos entre si, verticalmente e horizontalmente. A disposição vertical é identificada pela seção transversal da parede e diz respeito, tanto à alvenaria quanto aos materiais construtivos. E a disposição horizontal é verificada pela vista frontal da parede e diz respeito aos materiais construtivos.

O pesquisador pode fazer o levantamento no campo, observando as paredes diretamente, ou pode fazer o registro da parede e realizar o levantamento no laboratório. Em qualquer das situações, é preciso garantir o rigor do posicionamento dos materiais entre si, e a marcação precisa da linha do horizonte. Cada tipo de alvenaria deve ser observado, no mínimo três vezes, em paredes diferentes. A observação pode ser da parede inteira, ou de um trecho, como por exemplo, em um quadrado de 1m x 1m.

#### ***2.1.2.6.1 Agenciamento dos materiais construtivos***

A verificação da maneira como os materiais construtivos estão dispostos entre si evidencia a utilização de ferramentas. Os materiais podem estar alinhados, quando estão dispostos horizontalmente lado a lado, em linha; podem estar nivelados, quando além de estar em linha ainda estão sobre e sob as mesmas linhas; e podem estar aprumados quando estão um sobre o outro, sem avanços, nem recuos. Em alvenarias, todas essas situações ocorrem quando se utilizam ferramentas como linha, nível e prumo.

*a) Alinhados*

Para compor uma alvenaria de tijolo, de rocha ou mista, é preciso agrupar esses materiais com o auxílio de argamassa. Esse agrupamento pode ocorrer de duas maneiras: com ordenamento reconhecível ou sem ordenamento reconhecível. O agrupamento de materiais sem ordenamento resulta numa parede com aparência semelhante a um conglomerado (rocha sedimentar terrígena macroclástica), onde os elementos estão misturados de maneira imprevisível.



Foto 03. Rocha sedimentar terrígena macroclástica como exemplo de agrupamento de materiais sem ordenamento reconhecível. Conglomerado do Vale da Capivara no Parque Nacional Serra da Capivara, São Raimundo Nonato, PI. Fonte: Foto pela autora.

Já o agrupamento dos materiais com ordenamento reconhecível pode resultar em linhas horizontais<sup>113</sup>. Essas linhas são o resultado da disposição dos materiais de maneira contínua seguindo uma ordem e direção. Pode-se, contudo, distinguir alvenarias pelo grau de alinhamento dos seus elementos, desde mal alinhados até alinhados. Quando a execução da alvenaria utiliza ferramentas, o alinhamento atinge o maior grau de regularidade. Porém, como não há nomenclatura oficial, cada pesquisador deverá definir a sua.

---

<sup>113</sup> Numa alvenaria não é possível que o agrupamento seja em linhas verticais, pois esse tipo de organização compromete as suas características mecânicas.

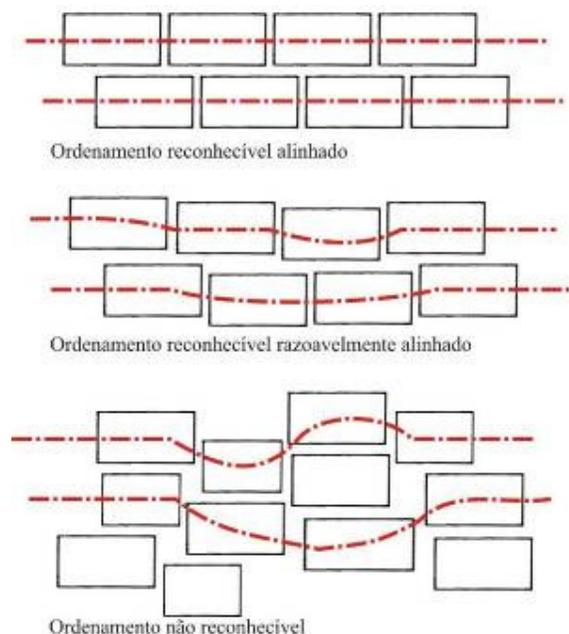


Figura 017. Disposição horizontal dos materiais construtivos como exemplos de alinhamento de materiais com ordenamentos reconhecíveis e não reconhecíveis.  
 Fonte: Figura pela autora.

A identificação da existência ou do grau de alinhamento de uma alvenaria pode ser feita pela verificação da disposição horizontal dos materiais. Sobre uma alvenaria ou sua representação, deve-se traçar uma linha horizontal, no eixo dos materiais, para verificar se há coincidência de eixos. O grau de alinhamento é dado pela quantidade de não coincidências de eixos. É importante, ressaltar que esse levantamento não deve ser feito de maneira pouco rigorosa, seja por instrumentos de baixa precisão, seja pela leitura do instrumento com arredondamento, seja pelo método pouco rigoroso. Como está sendo verificado o grau de alinhamento dos materiais, a baixa precisão pode comprometer os resultados.

**b) Nivelados**

A partir do levantamento dos dados do alinhamento dos materiais construtivos, o pesquisador pode identificar dentre as alvenarias que estão alinhadas, aquelas cujos materiais obedecem a níveis inferiores e/ou superiores.

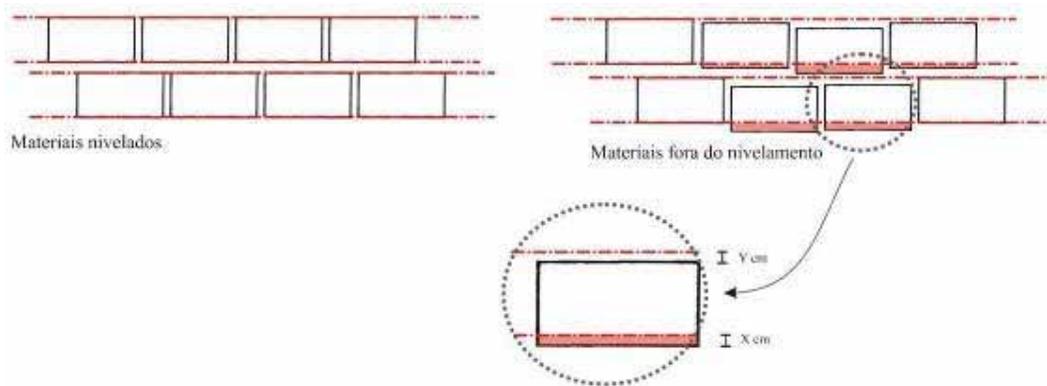


Figura 018. Disposição horizontal dos materiais construtivos como exemplos de nivelamento de materiais alinhados entre si. Fonte: Figura pela autora.

Assim como no alinhamento, podem-se distinguir as alvenarias pelo grau de nivelamento dos seus elementos, desde mal nivelados até nivelados, e o grau de nivelamento das linhas atinge o maior nível quando na sua execução se utilizam ferramentas. Essa nomenclatura, cada pesquisador deverá definir a sua.

A identificação do grau de nivelamento dos materiais construtivos de uma alvenaria é feita pela identificação da disposição horizontal dos materiais. Devem-se traçar linhas horizontais sobre uma alvenaria ou sua representação imediatamente abaixo e acima de um elemento construtivo para verificar se os demais elementos da mesma linha estão entre as duas linhas ou não. O grau de nivelamento é dado, nos elementos que cruzaram as linhas, pela largura do material que está fora da linha, e nos elementos que não tocaram as linhas, pela distância da face do material até a linha. Da mesma maneira que na verificação do alinhamento, esse levantamento deve ser rigoroso, pois a baixa precisão pode comprometer os resultados.

### c) *Aprumados*

Observando a alvenaria a partir da sua seção transversal, vêem-se elementos construtivos dispostos uns sobre os outros. Essa disposição pode ser feita com elementos aprumados, quando estão um sobre o outro, sem avanços, nem recuos, ou com elementos desaprumados. A observação do prumo pode ser feita na escala dos materiais construtivos e na escala da parede. Quando uma parede não está no prumo, é possível afirmar que os seus materiais construtivos também não estão; no entanto, mesmo quando os materiais

estão fora do prumo, é possível que a parede esteja no prumo. A utilização de ferramentas, como o fio de prumo, permite a edificação de uma alvenaria aprumada.

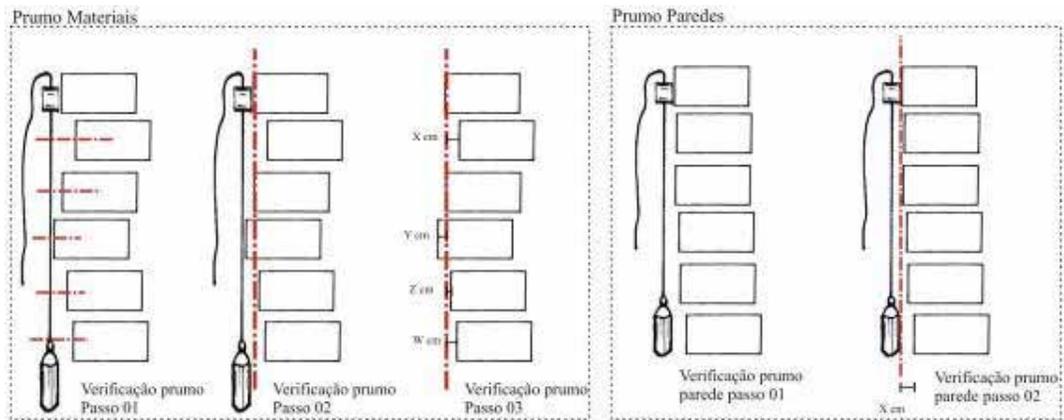


Figura 019. Disposição vertical dos materiais construtivos sem prumo. Identificação, nos elementos que cruzaram as linhas, da largura do material que está fora da linha, e nos elementos que não tocaram as linhas, pela distância da face do material até a linha. Fonte: Figura pela autora.

As alvenarias podem ser distinguidas pelo grau de desaprumo tanto dos seus materiais construtivos quanto das paredes, desde pouco desaprumados a desaprumados. O grau de desaprumo dos materiais é dado, nos elementos que avançam além da linha projetada, pela largura do material, e nos elementos que não tocaram essa linha, pela distância da face do material até a linha. E o grau de desaprumo da parede é resultado da distância entre a projeção do ponto mais elevado de uma parede e do ponto mais baixo. A nomenclatura do grau de desaprumo deve ser definida pelo pesquisador, pois não há definição padronizada conhecida.

A identificação da existência de prumo ou do grau de desaprumo de uma parede e dos materiais construtivos é feita pela verificação da disposição vertical dos materiais. Para o grau de desaprumo de uma parede deve-se apoiar o fio de prumo sobre uma alvenaria, desde a parte alta da alvenaria até a parte mais baixa e medir a distância existente entre a parede e a linha do fio de prumo na parte mais baixa. E, para o grau de desaprumo dos materiais deve-se repetir o posicionamento do fio de prumo, mas a medição deve ser feita entre cada material (um sobre o outro) e o fio de prumo. Da mesma maneira que a identificação de alinhamento e nivelamento, esse levantamento deve ser feito de maneira rigorosa, principalmente, no que diz respeito à leitura do instrumento (sem arredondamentos).

## **2.2 ANÁLISE DE DADOS**

Essa etapa reúne duas atividades, o arranjo de elementos em grupos e a análise dos dados desses grupos para identificar suas cadeias operatórias. O arranjo dos elementos consiste na criação de unidades de elementos que têm em comum alguns atributos. Cabe ao pesquisador escolher quais são esses atributos e hierarquizá-los, explicitando suas razões. A identificação das cadeias operatórias, por sua vez, consiste na verificação das matérias-primas, instrumentos e mão-de-obra utilizada para produzir determinado elemento<sup>114</sup>.

No âmbito desta pesquisa, os grupos a serem criados são de materiais construtivos, de agenciamento dos materiais e de alvenarias e serão denominados tipos. E a identificação das cadeias operatórias a partir dos tipos, deverá levar em consideração os conhecimentos estabelecidos e normatizados sobre as cadeias operatórias, emprestados de outras disciplinas, como arquitetura e engenharia.

### **2.2.1 IDENTIFICAÇÃO DE TIPOS**

A prática de ordenar coisas, fenômenos e idéias é própria dos seres vivos na relação com seus ambientes. Essa ordenação atende necessidades instintivas ou culturais e resulta na criação de categorias de elementos. Na realização de um trabalho científico, no entanto, a categorização precisa seguir algumas regras: definir as características dos elementos de uma categoria, definir o objetivo, através da categorização, deixando explícito todo esse processo<sup>115</sup>. Segundo Dunnell, é através dessa sistemática que o pesquisador cria grupos e classes. As categorias que ordenam coisas e fenômenos são denominadas grupos, e aquelas que ordenam idéias são denominadas classes.

No método que está sendo proposto, a categorização de elementos visa definir grupos, aqui denominados tipos. O objetivo dessa tipificação é segregar os elementos que são resultados de cadeias operatórias diferentes e reunir aqueles que fazem parte de uma mesma cadeia operatória.

---

<sup>114</sup> Dunnell, 2006: p.67-68.

<sup>115</sup> Idem. p.43.

Os atributos a serem utilizados são as características físicas dos elementos estudados que já foram apresentadas no item levantamento de dados de materiais construtivos, levantamento de dados de matérias-primas e levantamento de dados espaciais. Essa seleção já foi orientada na intenção de conhecer as cadeias operatórias. E a hierarquia entre os atributos deve considerar, em primeira importância, aquele atributo (ou atributos) que produz maior impacto na cadeia operatória do elemento; no entanto, a hierarquia deve ser definida por cada pesquisador de acordo com as especificidades dos elementos estudados. Após o levantamento dos dados e a hierarquização dos atributos, deve-se agrupar os elementos que apresentarem os mesmos resultados para cada atributo.

No âmbito deste trabalho, os materiais construtivos considerados são os tijolos cerâmicos maciços e as rochas para a construção civil. Os atributos selecionados para cada um dos materiais são as características físicas dos materiais. São eles:

#### **Tijolo cerâmico maciço**

- Dimensão
- Cor/ composição
- Aparência da face e das arestas

#### **Rocha para construção civil**

- Dimensão
- Acabamento da superfície
- Formato do perfil

Para o agenciamento dos materiais, os atributos selecionados para cada um dos materiais foram as características físicas do material, do espaço tridimensional e das técnicas construtivas.

#### **Agenciamento**

- Função da alvenaria (parede estrutural ou divisória, coluna, moldura de porta, janela ou arcada);
- Organização horizontal dos elementos (camadas de materiais construtivos sobrepostas configurando linhas);
- Distância horizontal entre os materiais construtivos dos níveis imediatamente inferiores e superiores
- Repetição das distâncias horizontais
- Integridade dos tijolos (inteiros, partidos, pedaços ou retraços).

E os atributos selecionados para definir os tipos de alvenarias foram a combinação dos tipos de materiais e de agenciamento, em igualdade de hierarquia.

### **Alvenaria**

- Tipos de materiais construtivos
- Tipos de agenciamento dos materiais construtivos

## **2.2.2 IDENTIFICAÇÃO DAS CADEIAS OPERATÓRIAS**

O conceito de cadeia operatória foi desenvolvido por Leroi-Gourhand, durante os seus estudos sobre as técnicas, como meio de resgatar os processos produtivos dos vestígios materiais<sup>116</sup>. Esse autor defendia que, além da análise do objeto produzido, seria preciso considerar o ato de produzir para se compreender o processo produtivo<sup>117</sup>.

Uma cadeia operatória, como já foi apresentado, considera três conjuntos de dados: a matéria-prima, a mão-de-obra e os instrumentos. É através desses dados que será possível identificar a cadeia operatória dos elementos das estruturas: materiais construtivos, alvenarias e a cadeia operatória da própria edificação.

Para o desenvolvimento deste trabalho serão apresentadas cadeias operatórias normatizadas. Essas informações serão apresentadas para servir de fundamento durante os estudos de estruturas em alvenaria para a verificação de suas cadeias operatórias e, conseqüentemente, do *modus construendi* de quem as construiu.

### **2.2.2.1 Dos materiais construtivos e ligantes**

#### **2.2.2.1.1 Tijolo cerâmico maciço**

O tijolo cerâmico maciço é um objeto de barro cozido. Para se preparar um tijolo, o indivíduo precisa moldar uma pasta de argila no formato desejado e queimar os blocos até

---

<sup>116</sup> Segundo Marina Figueiredo, o conceito está apresentado no seu livro “o gesto e a palavra” publicado em 1983.

<sup>117</sup> Figueiredo, 2008: p. 30-31.

adquirirem resistência mecânica. A qualidade final do tijolo, segundo a NBR 07170 pode ser verificada observando-se as suas características visuais, geométricas e mecânicas. Por esta norma, o tijolo maciço adequado para construção de alvenarias não deve apresentar defeitos como trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e desuniformidade na cor e deve ter suas dimensões obedecendo às seguintes relações:

- $C = 2L + J$ , onde C = comprimento, L = largura e J = espessura da junta na posição vertical que deve ser de 1cm; e,
- $L = 2H + I$ , onde H = altura e I = espessura da junta na posição horizontal que também deve ser de 1cm.

Essa é a chamada regra de Frisch, cujo objetivo é permitir diferentes maneiras de arrumar os tijolos. Mas, de preferência, que os tijolos tenha 19 x 9 x 5,7cm ou 19 x 9x 9cm (comprimento/ largura/ altura) e deve apresentar resistência à compressão entre 1,5 e 4 Mpa.

Para alcançar esse resultado, a cadeia operatória do tijolo cerâmico maciço inclui um conjunto de procedimentos sucessivos. No âmbito deste trabalho, os procedimentos considerados são: coleta da matéria-prima, composição da pasta, homogeneização da pasta, moldagem, secagem e queima.

#### *a) Coleta da matéria-prima*

Coleta é a maneira de aquisição da matéria-prima. Esse procedimento inclui o conhecimento da região e da localização de suas possíveis fontes, o conhecimento das características físicas da matéria-prima, a distância entre a fonte e a edificação e dispor de formas de transporte. Através da coleta, o pesquisador pode verificar a existência de comportamentos projetivos e planejadores.

#### *b) Preparação da pasta*

Pasta é uma mistura da argila úmida com outros materiais que vai ser utilizada para a preparação do objeto cerâmico, incluindo o tijolo. A argila é a matéria plástica e os outros materiais podem ser plásticos, como o caolim, e antiplásticos, como o feldspato e o quartzo. Uma pasta cerâmica adequada deve ser a mistura de 70% de materiais plásticos e

30% antiplásticos<sup>118</sup>. A função do antiplástico é reduzir o encolhimento da pasta na secagem e assim evitar defeitos como rachaduras e deformações. Dentre os materiais que compõem a pasta, alguns têm propriedades fundentes, como o feldspato e o carbonato de cálcio, cuja função é diminuir a temperatura de vitrificação da argila permitindo que a cerâmica atinja a densidade necessária em temperaturas menores.

Para a preparação de uma pasta, o oleiro deve conhecer os materiais que vão compô-la. A proporção de cada material na mistura vai depender da composição mineralógica da argila, do seu estado de degradação e do seu comportamento na presença da água.

#### *c) Homogeneização da pasta*

Essa etapa da cadeia operatória consiste na execução da mistura dos materiais que compõem a pasta. Para que a pasta não apresente defeitos nas próximas etapas do processo é preciso realizar a sua homogeneização. Quando uma pasta está bem homogeneizada, o seu comportamento, principalmente durante a secagem e queima é mais uniforme, evitando encolhimento e dilatação diferencial que podem provocar gretas e rachaduras.

Para facilitar a homogeneização da pasta, a argila é misturada com água. Quando o trabalho é feito à mão, a argila deve estar de 45% a 50% úmida e quando se utiliza maquinários como a maromba, a umidade pode ser menor.

#### *d) Moldagem*

A conformação da pasta em tijolo é resultado de procedimentos como moldagem, extrusão, prensagem. Esses dois últimos processos foram desenvolvidos em escala industrial, e a moldagem é resultado de um processo artesanal.

Historicamente, o molde que dá forma ao tijolo maciço é confeccionado em madeira. Não há registro de padronização dos tamanhos de moldes, é provável que cada oleiro produzisse seus moldes de acordo com o seu entendimento. Não há registro também sobre

---

<sup>118</sup> Andrade. op.cit. p. 21.

o formato dos moldes e a quantidade de unidades de tijolo que poderia ser moldados ao mesmo tempo.



Foto 04. Exemplo de molde de madeira para preparação de tijolos cerâmicos maciços e do procedimento de retirar os tijolos conformados do molde. Esse molde permite que três unidades de tijolos sejam moldados ao mesmo tempo. Fonte: olariatudo em [http://www.griootzen.com/index.php?base\\_principal=base&id\\_base=8](http://www.griootzen.com/index.php?base_principal=base&id_base=8).

O procedimento de moldagem consiste no enchimento do molde com a argila homogeneizada e na retirada dos tijolos já conformados do molde. Essa retirada pode ser feita virando o molde de cabeça para baixo próximo a uma base deixando os tijolos se soltarem. A cada repetição, ou a cada conjunto de repetições desse processo, o molde deve ser umedecido e limpo para evitar que pedaços de argila, presas e ressecadas nas paredes do molde, interferiram na moldagem das próximas unidades, provocando, por exemplo, marcas e irregularidade na superfície dos tijolos.

#### *e) Secagem*

A secagem consiste na evaporação da água que está na superfície da peça cerâmica. Na medida em que essa água começa a evaporar, a água que está no interior da peça começa a ser atraída para a superfície por diferença de pressão (atração capilar). Durante esse processo as peças encolhem de 8% a 12% dependendo da espessura de dimensão da peça, da pasta, da sua homogeneização e da queima. Uma peça grande e espessa está susceptível a apresentar um elevado encolhimento. Uma pasta que conta com argila de grãos grossos, e/ou com antiplástico encolhe menos. Quando a pasta não está bem homogeneizada e/ou apresenta diferentes graus de umidade pode ocorrer secagem diferencial entre partes da peça. E quando a pasta está muito úmida e é submetida a uma

secagem rápida, encolhe mais e pode apresentar defeitos durante o procedimento de secagem<sup>119</sup>.

Segundo Andrade, uma peça cerâmica está seca em sete dias, quando há bom tempo. As etapas são as seguintes:

- Nas primeiras 12 horas, a peça encolhe de 5% a 7%;
- Nas próximas 60 horas (2,5 dias), a peça continua encolhendo;
- Nas próximas 96 horas (4 dias), a peça estará seca (nessa etapa, depois das primeiras 12h a peça não encolhe mais).

O oleiro passa a conhecer o processo de encolhimento da peça quando acompanha o seu processo de secagem. Esse acompanhamento, segundo Andrade, pode ser feito pela realização de 2 marcas numa peça úmida a uma distância, por exemplo, de 10cm, e depois da secagem pela verificação da distância resultante. A diferença entre as medidas, em percentual, e o grau de encolhimento da peça<sup>120</sup>.

#### *f) Queima*

Nessa etapa da cadeia operatória do material cerâmico, qualquer não-conformidade produzida nas etapas anteriores pode provocar defeitos que serão percebidos na queima<sup>121</sup>. Esse procedimento consiste na submissão das peças cerâmicas a temperaturas da ordem de 500°C a 1.200 °C.

Na atualidade, a queima ocorre em fornos elétricos, ou a gás, onde há maior controle. Ao longo da história da produção de peças cerâmicas, no entanto, os fornos eram à lenha ou a carvão. Para a queima de tijolos, no entanto, usa-se organizar os tijolos de maneira a conformar um forno. O importante é que haja espaços entre as peças para que o calor

---

<sup>119</sup> Idem. p. 20-21.

<sup>120</sup> Ibidem. p. 20.

<sup>121</sup> Ibidem. p. 24.

possa circular permitindo uma queima uniforme, e que as peças estejam bem secas, caso contrário podem explodir dentro do forno<sup>122</sup>.



Foto 05. Exemplo de queima de tijolos maciços, onde o forno é resultado da organização dos tijolos. Fonte: olariatudo em [http://www.griootzen.com/index.php?base\\_principal=base&id\\_base=8](http://www.griootzen.com/index.php?base_principal=base&id_base=8).

Segundo Andrade e Chiti, o processo de queima da pasta promove as seguintes transformações químicas e físicas<sup>123</sup>:

- Até 400°C, o resto da água presente na argila evapora;
- Entre 450°C e 700°C, a água química presente na argila é eliminada e a argila se transforma em metacaolim perdendo sua estrutura cristalina;
- De 700°C a 830°C, o metacaolim se transforma em alumina gama;
- Até 1050°C, a alumina se transforma em mulita.

Durante a queima, ocorre mudança também na coloração das pastas. Pela presença de óxido de ferro, até a temperatura de 1150°C, as pastas tornam-se mais vermelhas. É necessário apenas 1,5% a 2% de óxido de ferro para colorir a peça. Porém, quando o

---

<sup>122</sup> Chiti, 1986.

<sup>123</sup> Andrade. op.cit. p. 27.

cozimento ultrapassa os 1150°C, o óxido de ferro se decompõe e a pasta fica clara<sup>124</sup>. Pela presença de carbonato de cálcio as peças ficam mais brancas e de óxido de cobalto, ficam mais amarelas. Porém, no ponto de fusão, apesar da sua composição, as pastas escurecem<sup>125</sup>.

Os defeitos das peças cerâmicas durante a queima podem ocorrer por diversos motivos: quando o calor dentro do forno não está uniformemente distribuído, ou quando a peça não está seca por igual, podem ocorrer deformações devido a diferença de tensão entre as partes; quando a pasta foi queimada rapidamente, podem aparecer bolhas e inchaços nas peças e mesmo rachaduras; quando ocorre o esfriamento rápido, as peças podem rachar, principalmente quando a temperatura estava em torno de 600°C, temperatura considerada crítica na queima da cerâmica<sup>126</sup>; quando os grãos de quartzo são grandes, a dilatação típica desse mineral, à 1200°C, pode provocar rachaduras e gretas.

#### ***2.2.2.1.2 Rocha para construção civil***

A rocha utilizada para construção civil pode ter sido submetida a processos de beneficiamento, como talha e alisamento da superfície, ou pode ter sido usada como foi encontrada na natureza. Para preparar uma rocha para construção civil, portanto, o indivíduo coleta a rocha, e só nos casos em que esta não for adequada as suas necessidades, submete-a a tratamento. A qualidade final da rocha para construção civil está relacionada às suas características mecânicas.

A cadeia operatória da rocha para construção civil inclui, no mínimo, o procedimento de coleta da matéria-prima. A inclusão de outros procedimentos pode ocorrer dependendo dos objetivos do construtor; os procedimentos no âmbito deste trabalho são corte e tratamento da superfície.

---

<sup>124</sup> Chiti. op.cit. p. 85.

<sup>125</sup> Andrade. op.cit. p. 27.

<sup>126</sup> Idem. p. 29.

**a) Coleta**

A aquisição de rocha para construção pode ocorrer de duas maneiras, ou o indivíduo recolhe os fragmentos de rocha existentes no local ou quebra a rocha em pedaços menores. Em ambas as situações, é preciso conhecer a região e as possíveis fontes de matéria-prima, as características físicas das rochas, a distância entre a fonte e a edificação, e dispor de formas de transporte. Assim como na coleta da matéria-prima para o tijolo cerâmico, a descoberta das possíveis fontes pode indicar comportamentos projetivos e planejadores.

**b) Corte**

A necessidade de realizar o corte da rocha, depende do projeto de engenharia da parede. As rochas podem ser cortadas apenas para diminuir o tamanho, permanecendo irregulares, mas também podem ser cortadas para passar a ter uma forma definida, muitas vezes geométrica. Nesse caso, a arte de dividir e cortar uma rocha com rigor para conferir-lhe forma geométrica é denominada cantaria e segue as regras da estereotomia<sup>127</sup>. Os instrumentos utilizados para cortar uma rocha são entre outros: escoda, escopo, picareta<sup>128</sup>.

**c) Tratamento de superfície**

O tratamento da superfície consiste em talhar a superfície da rocha para torná-la lisa. A decisão de realizar esse tratamento, não está relacionada à melhoria das qualidades mecânicas do material, pode tratar-se, por exemplo, de interesses estéticos. Nem toda rocha cortada é alisada, e nem toda rocha encontrada já fragmentada é mantida rugosa.

**2.2.2.1.3 Argamassa de assentamento**

A argamassa para assentamento de alvenaria é uma mistura de materiais que tem a propriedade de unir solidamente os materiais construtivos, produzindo a alvenaria. E,

---

<sup>127</sup> Ojeda: 2001.

<sup>128</sup> A escoda é um martelo denteado usado para lavar e alisar as pedras; escopo e cinzel são instrumentos com uma ponta em forma de lâmina larga ou estreita, com extremidade cortante, reta ou arredondada; e picareta é um martelo pontiagudo dos dois lados usado para picar a pedra.

conseqüentemente, de permitir que as cargas a que a alvenaria está submetida, sejam distribuídas uniformemente, além de fechar as juntas entre os materiais. Os materiais que normalmente fazem parte dessa mistura são agregados miúdos, ou seja, sedimento na fração areia, água e material aglomerante inorgânico, como a cal. A cal vai reagir ao entrar em contato com a água, endurecendo.

Para se preparar a argamassa, é preciso saber qual a resistência mecânica que precisa ser alcançada. A partir desses dados, os materiais são misturados na proporção necessária a atender essas exigências. Segundo a NBR 13281, a qualidade da argamassa é demonstrada por suas características mecânicas.

A cadeia operatória da argamassa de assentamento inclui como procedimentos, a definição da proporção em que os materiais devem ser misturados, ou seja, o traço da argamassa, a coleta das matérias-primas, e a homogeneização da mistura.

*a) Definição do traço da argamassa*

O traço da argamassa varia de acordo com a resistência mecânica que se quer alcançar. Essa resistência, no entanto, deve ser sempre menor que as dos materiais construtivos, como tijolos e rochas, pois assim a argamassa pode ser adequar aos movimentos de dilatação e retração desses materiais quando submetidos à variação de temperatura, sem aparecerem fissuras.

O traço é definido por proporção entre os materiais, como por exemplo, para cada uma parte de cal, devem-se misturar quatro partes de areia, ou seja, o traço é 1:4 (cal: areia)<sup>129</sup>.

*b) Coleta das matérias-primas*

Assim como na cadeia operatória do tijolo cerâmico maciço, a coleta das matérias-primas para preparação da argamassa é a maneira de aquisição da matéria-prima, incluindo: o conhecimento da região e das possíveis fontes, das características físicas das matérias-primas, e da distância entre a fonte e a edificação e formas de transporte. Como já foi

---

<sup>129</sup> Uma parte pode ser qualquer medida: uma lata, uma caixa, 1kg, 1m<sup>3</sup>.

dito, é através da coleta que o pesquisador pode verificar comportamentos projetivos e planejadores.

**c) Homogeneização da mistura**

A homogeneização é a mistura dos materiais que compõem a argamassa. A importância de esse procedimento ser bem feito está na necessidade de que os materiais construtivos estejam realmente unidos, caso contrário a alvenaria pode desmoronar.

Segundo as normas técnicas, a mistura deve ser feita numa seqüência específica: primeiro espalha-se o agregado miúdo no solo, sobre ele coloca-se o aglomerante inorgânico. Depois de bem misturados, faz-se um monte com um buraco no meio onde paulatinamente se coloca água. Se a água for incorporada antes dos materiais estarem misturados torna-se mais difícil produzir a homogeneização da mistura, pois o material aglomerante já estará endurecendo desde que entrar em contato com a água. Na atualidade, esse procedimento pode ser feito com betoneira. Nesse caso, o primeiro ingrediente é a água.

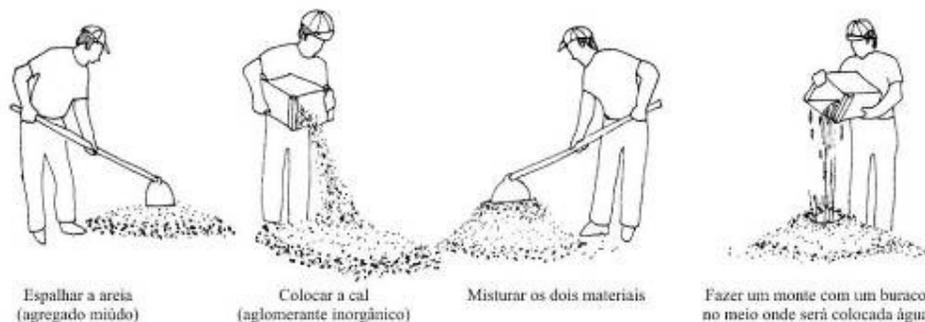


Figura 020. Procedimento de homogeneização da argamassa de assentamento. Fonte: modificado de [www.apostilas.netsaber.com.br/apostilas/573.doc](http://www.apostilas.netsaber.com.br/apostilas/573.doc).

**2.2.2.2 Das alvenarias de tijolo, rocha ou mista**

A alvenaria é um sistema construtivo utilizado para erguer paredes e colunas. Para fazer uma parede ou coluna em alvenaria de tijolo, rocha ou mista o indivíduo precisa sobrepor os materiais construtivos e uni-los com argamassa. A qualidade da parede pode ser verificada observando-se as suas características mecânicas. Segundo a NBR 8545, uma parede de alvenaria de tijolo cerâmico deve ser construída em fiadas, com juntas, no

máximo, de 1,5cm de espessura, e deve estar perfeitamente alinhadas, niveladas e aprumadas.

Os procedimentos que compõem a cadeia operatória da alvenaria de tijolo, rocha ou mista incluem o projeto arquitetônico e de engenharia, os materiais de construção, a execução e possíveis reformas.

#### ***2.2.2.2.1 Projeto arquitetônico e de engenharia***

Antes de dar início à construção de um edifício em alvenaria de tijolo rocha ou mista, é preciso ter uma idéia do que, onde e como este será construído. Esta é uma empreitada que exige investimento de tempo e de recursos e que tem o seu sucesso dependente de conhecimentos do local, do sistema construtivo e das técnicas possíveis. O termo projeto, portanto, deve ser entendido como uma reflexão, ou mesmo, o detalhamento de um trabalho a ser realizado.

O que diferencia um projeto arquitetônico de um projeto de engenharia são os objetivos a serem alcançados através de cada um deles. Quando se elabora um projeto arquitetônico, busca-se definir o espaço a ser criado. Estão incluídas nessa preocupação, dentre outras coisas:

- Partes que vão compor a edificação (programa, ex. 2 quartos, 1 cozinha, 1 banheiro etc.);
- Localização da edificação no terreno;
- Dimensões de cada parte e da edificação completa;
- Relação entre as partes;
- Quantidade e localização de esquadrias (portas e janelas); e,
- Conforto térmico (insolação e ventilação) e acústico.

Um projeto de engenharia, por sua vez, busca executar o projeto arquitetônico idealizado considerando:

- Qualidade do solo, condicionando a escolha do sistema construtivo da fundação;

- Matérias-primas e materiais de construção disponíveis, condicionando a alvenaria a ser usada (tijolo, rocha ou mista) e tipos das paredes (meia-vez uma vez, dobrada etc.);
- Projeto arquitetônico; e,
- Conhecimento de resistência dos materiais e comportamento mecânico das alvenarias.

*a) Tipos de parede*

São vários os tipos de paredes utilizados nas construções que utilizam a alvenaria de rocha, tijolo ou mista como sistema construtivo. Grosso modo, as paredes podem ser maciças ou preenchidas e podem variar a espessura final, conforme o projeto de arquitetura e engenharia.

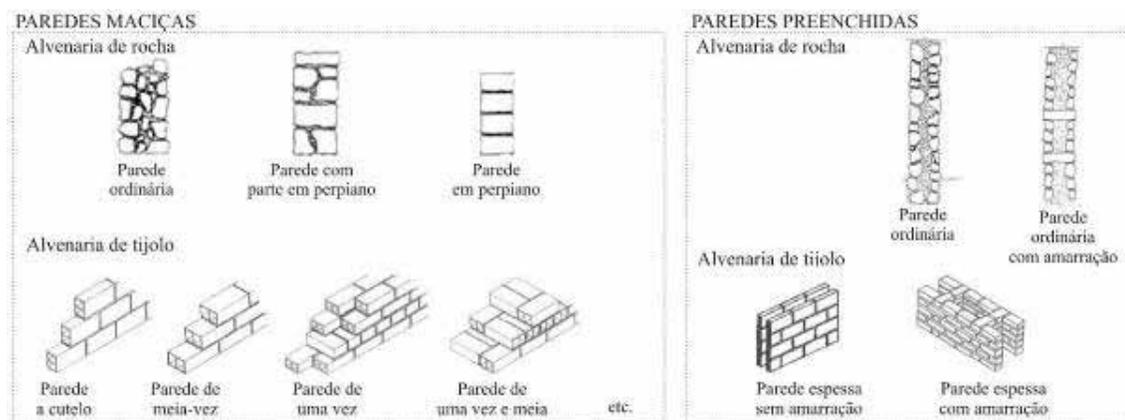


Figura 021. Tipos de paredes construídas em alvenaria de rocha, tijolo ou mista. Paredes maciças e preenchidas, em tijolo e em rocha. As paredes de rocha podem ser em perpiano, ou seja, quando a pedra ocupa toda a largura de uma parede, com as quatro faces aparelhadas. Fonte: Figura pela autora.

**2.2.2.2.2 Execução propriamente dita**

A execução da alvenaria varia de acordo com o tipo de parede que será construída. Há diferenças na maneira de executar paredes de rocha e de tijolo quando as rochas não estão em perpiano. Quando as rochas são talhadas e têm as faces aparelhadas, apresentam o formato semelhante ao do tijolo, portanto, a maneira de executar essa parede também é semelhante à maneira de executar paredes de tijolos, ou seja, em camadas onde os materiais estão dispostos em fios (fiadas). Há diferença, ainda, na maneira de executar

paredes maciças e paredes preenchidas, independentemente do material utilizado. Segue abaixo a descrição da maneira de executar uma parede maciça no sistema de fiadas.

*a) Com fiadas para paredes maciças*

A execução de uma parede em fiadas começa pelos dois cantos ao mesmo tempo. Deve-se colocar um tijolo ou uma rocha em perpiano em cada canto. Desta maneira, pode-se esticar um fio ligando os dois materiais para orientar os demais passos a serem seguidos. Esses materiais, no entanto, precisam estar nivelados, ou seja, o fio deve estar precisamente na posição horizontal, pode-se fazer isso utilizando a mangueira de nível<sup>130</sup>. Esses dois primeiros materiais têm a função de guia. Os demais materiais devem ser colocados entre os dois primeiro praticamente encostando toda a aresta na linha<sup>131</sup>.

Ao término de cada fiada, retoma-se o procedimento desde a primeira etapa. A cada nova fiada os materiais devem ser colocados desencontrados da fiada anterior para desencontrar as juntas e melhorar a resistência mecânica da parede, inclusive ao cisalhamento. As juntas desencontradas são denominadas juntas amarradas. Acrescenta-se ainda a verificação do prumo da parede. O prumo é uma ferramenta que permite verificar se a parede está sendo erguida verticalmente, sem pender para nenhum dos lados. As normas técnicas de assentamento de alvenaria recomendam que o prumo seja verificado, a cada nova fiada, nos dois materiais guia e no centro da fiada<sup>132</sup>.

Deve-se considerar, no entanto, que os materiais construtivos (tijolos e rochas em perpiano) apresentem alguma diferença de medidas, nesse caso o prumo da parede não pode ser alcançado em ambos os lados. Normalmente o pedreiro garante o prumo na parte

---

<sup>130</sup> Tubo flexível de plástico com água dentro utilizado pelos pedreiros para verificar se uma parede está no nível. O princípio que está sendo utilizado por este instrumento é o dos vasos comunicantes, ou seja, a superfície livre de um líquido que está em equilíbrio procura atingir sempre a mesma altura nos frascos abertos e que se comunicam entre si.

<sup>131</sup> Técnicas de construção civil. p.65.

<sup>132</sup> NBR 8545. Assentamento de alvenaria de tijolo de vedação.

externa da parede, pois além de garantir uma melhor aparência externa da edificação, os andaimes são montados pelo lado de fora<sup>133</sup>.

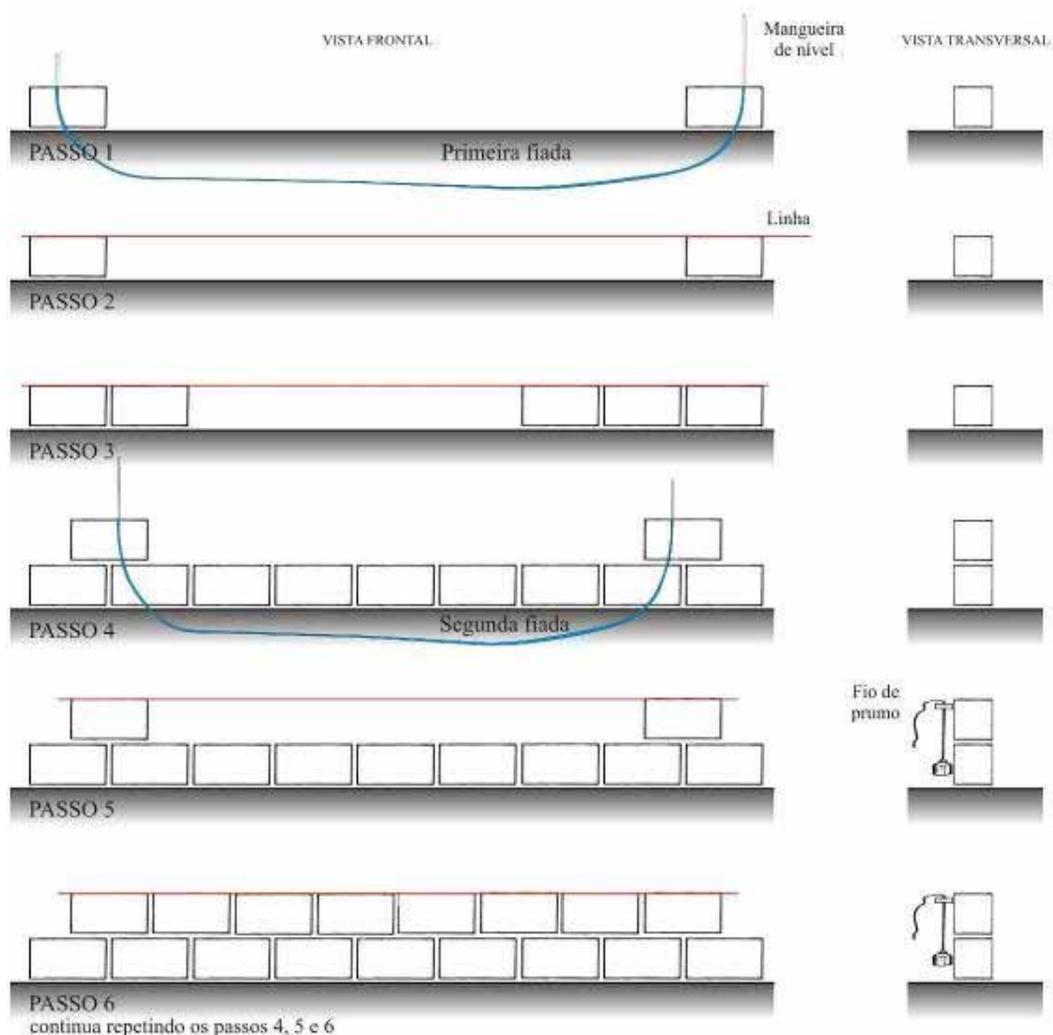


Figura 022. Execução de paredes a cutelo em alvenaria maciça de tijolo cerâmico. São utilizados mangueira de nível, linha e fio de prumo para garantir o alinhamento, nivelamento e prumo da parede. Fonte: Figura pela autora.

Após a parede ultrapassar 1,5m de altura, o pedreiro vai precisar utilizar andaimes. A cada 1,5 metros de altura devem ser colocados planos de andaimes<sup>134</sup>. Hoje, o mercado da construção civil dispõe de andaimes metálicos desmontáveis, mas historicamente, os

<sup>133</sup> Técnicas de construção civil. p.67.

<sup>134</sup> Idem. p.67.

andaimes eram confeccionados em madeiras. Varas de madeira eram fincadas verticalmente no chão ou apoiadas sobre tábuas colocadas no chão e outras varas eram amarradas a estas primeiras e apoiadas nas paredes, horizontalmente. Sobre as varas horizontais eram fixadas tábuas de madeira onde os pedreiros continuavam a execução da parede.

### **2.2.2.3 Da edificação**

Identificar a cadeia operatória da edificação é conhecer quantas e quais intervenções físicas foram realizadas até o momento. Para fazer ou intervir em uma edificação, é preciso se ter uma idéia do que será feito e como será feito, além de dispor dos materiais, instrumento e da mão-de-obra necessária, mesmo quando se trata de pequenas intervenções. É preciso, ainda, seguir regras da Engenharia que orientam como um edifício deve ser construído para que seja robusto e duradouro.

Partindo desse foco, alguns itens deverão ser observados para reconstruir a cadeia operatória da edificação, são eles: o espaço tridimensional da edificação e os elementos arquitetônicos e construtivos.

#### **2.2.2.3.1 Espaço tridimensional**

Para realizar uma edificação é necessário idealizar um formato fechado, como um círculo, quadrado, retângulo. Formatos abertos não resultam em edificações, como por exemplo, uma linha (ou uma parede única). É possível, portanto, identificar em toda edificação um formato fechado, mesmo que irregular. Cada tipo de alvenaria, de uma edificação, pode ser espacializado para verificação do seu formato fechado.

#### **2.2.2.3.2 Elementos arquitetônicos e construtivos**

Os elementos que compõem uma edificação podem ser arquitetônicos e construtivos. Os arquitetônicos estão relacionados aos espaços e suas funções e os construtivos, à estrutura. Esses elementos auxiliam a compreensão do espaço tridimensional da edificação.

### **CAPÍTULO 3. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO**

O método de análise de alvenarias, aqui sistematizado, foi aplicado a uma estrutura arquitetônica para verificação de sua eficácia, ou seja, se o método permitia identificar o *modus construendi* de uma comunidade, as transformações técnicas da alvenaria e os momentos temporais das técnicas, da edificação e das maneiras de construir. Essa verificação também visou comprovar o alto potencial informativo dos dados construtivos para produzir conhecimento sobre comportamentos construtivos.

A estrutura arquitetônica escolhida para servir de estudo de caso teve de apresentar um grande número de alvenarias diferentes. O objetivo foi utilizar uma única edificação que reunisse vários tipos de alvenarias, com diferentes tipos de materiais construtivos, para dispor de muitas variáveis e, então, poder testá-las, identificando as possibilidades e limitações do método.

Esse estudo de caso deveria permitir, inicialmente, associar um *modus construendi* a uma determinada comunidade e a um determinado momento temporal, e conseqüentemente, verificar a existência de transformação tecnológica na maneira de construir de uma comunidade.

A estrutura escolhida para aplicar o método foi a casa grande do Engenho Monjope. Essa edificação conta com uma elevada variedade de grupos de alvenaria: alvenarias de tijolo, de pedra e mista, indicando ter sido alvo de muitas intervenções físicas ao longo de sua existência. Essa verificação só foi possível, porque muitas paredes estão sem reboco permitindo a visualização das alvenarias.

#### **3.1 ENGENHO MONJOPE**

O engenho Monjope é uma propriedade rural de valor histórico localizada no município de Igarassu, distante 30 minutos do centro do Recife, em Pernambuco. O acesso é feito através de auto-estrada federal, BR 101, e pela Estrada de Monjope. Desde o ano 1986, o engenho está em processo de desapropriação e sua administração é responsabilidade da Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco – FUNDARPE.

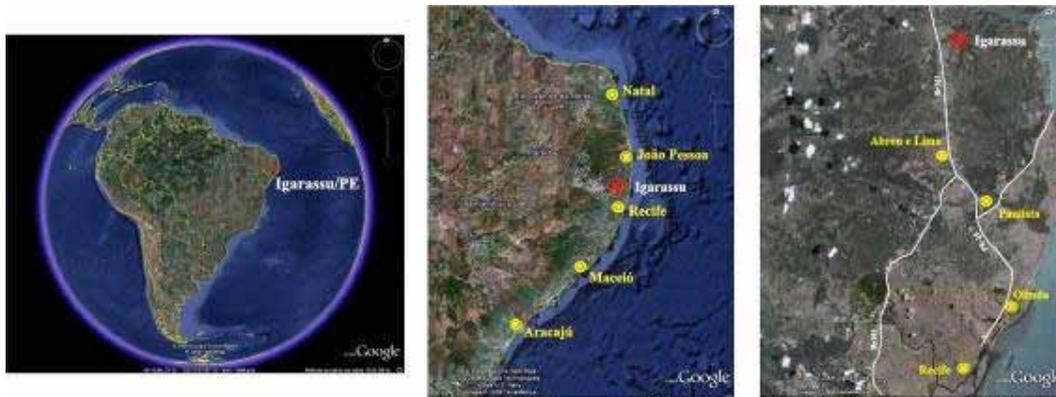


Figura 023. Mapas de localização do município de Igarassu, Estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. Fonte: Mapas modificados a partir de imagem do Google Earth.

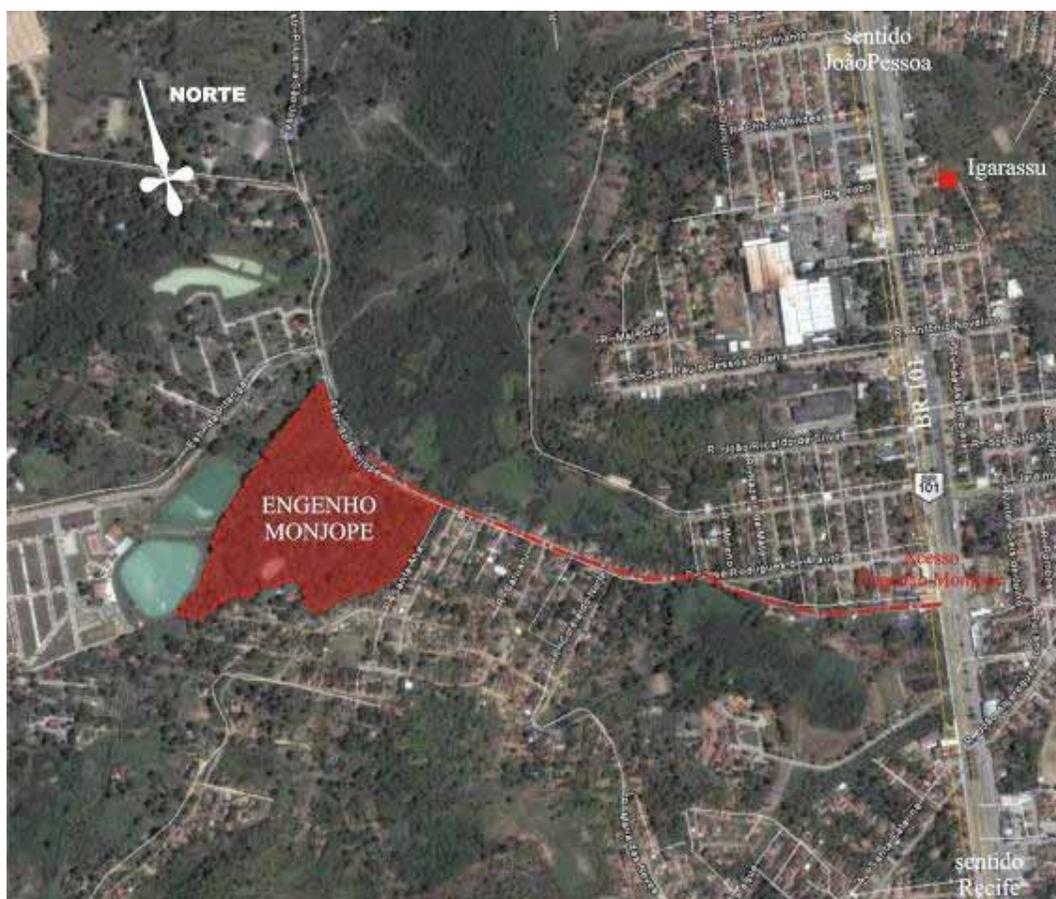


Figura 024. Mapa de situação do Engenho Monjope. O acesso até a Estrada do Monjope é feito pela BR 101, na altura do km 60. Fonte: Mapa modificado a partir de imagem do Google Earth.



Figura 025. Mapa de localização do Engenho Monjope. O acesso é feito pela Estrada do Monjope. Fonte: Mapa modificado a partir de imagem do Google Earth.

A propriedade, atualmente, ocupa um terreno de 78.390,56 m<sup>2</sup> e é composta por um conjunto de edificações históricas<sup>135</sup>. É um dos poucos exemplares no Brasil que conserva todas as unidades construtivas típicas de um engenho colonial: Capela, Casa Grande, Senzala e Fábrica.

Atualmente, não há nenhuma atividade sendo desenvolvida no Engenho. As edificações, de uma maneira geral, estão em péssimo estado de conservação, inclusive sob ameaça de desabamento. Durante a realização dessa pesquisa a FUNDARPE iniciou ações de restauro em todas as edificações. Dentre as quais, a recuperação do telhado e reforço estrutural de todas as edificações do Engenho, inclusive de construções mais recentes, como a casa do caseiro.

---

<sup>135</sup> Menelau, 2005: p. 78.



Foto 06. Vista frontal do Engenho Monjope a partir do acesso principal. Da esquerda para a direita: capela de São Pedro e casa grande. Fonte: Foto pela autora.

### 3.1.1 CASA GRANDE

A casa grande do Engenho Monjope é uma edificação residencial, em dois pavimentos, construída em alvenaria e coberta com estrutura de madeira e telha cerâmica tipo canal. A área construída é de, aproximadamente, 350m<sup>2</sup>, sendo 282m<sup>2</sup> a área do bloco principal e 68m<sup>2</sup> a área do bloco ao fundo.



Foto 07. Vista frontal da casa grande do Engenho Monjope. Igarassu. PE. Fonte: Foto pela autora.

## 3.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO

### 3.2.1 LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS HISTÓRICOS

São do início do século XVII as primeiras notícias sobre Monjope. Há registros de que em 23 de outubro de 1600, o casal Antônio Jorge e Maria Farinha doou aos Padres Jesuítas umas terras localizadas no termo da Vila de Igarassu que eram utilizadas como pastagem para gado. A posição dessas terras coincide com a localização do Engenho Monjope. No entanto, segundo Serafim Leite, foi o Padre jesuíta Diogo Martins que adquiriu as terras de Monjope quando era Procurador do Colégio de Olinda, a partir de 1598<sup>136</sup>. “... como Procurador do Colégio de Olinda foi ele que comprou terras do que veio a ser o futuro Engenho Monjope...”<sup>137</sup>. A interpretação da historiadora Virgínia Almoedo é de que as terras compradas pelo Padre, junto com aquelas doadas pelo casal Farinha, compuseram a propriedade hoje conhecida como Engenho Monjope.

É importante acrescentar, no entanto, que as terras onde está localizado Monjope já eram utilizadas desde 1540. Está registrado no Livro do Tombo do Mosteiro de Olinda que o donatário de Pernambuco, Duarte Coelho, passou um lote de terras em sesmaria a Vasco Fernandes de Lucena, Alcaide da Vila de Olinda. Essas terras foram divididas em quatro partes: uma parte ficou com Vasco Fernandes e as outras três partes foram entregues a cada um de seus três filhos. Segundo Almoedo, o Engenho Monjope está situado em uma dessas partes.

A primeira referência documental ao nome Monjope é de 1630. Antes da invasão holandesa à Capitania de Pernambuco, essas terras de propriedade dos Padres Jesuítas eram denominadas Fazenda Monjope como consta em mapa sobre a presença dos jesuítas em Pernambuco<sup>138</sup>.

---

<sup>136</sup> SERAFIM LEITE. S. J. Artes e Ofícios dos jesuítas no Brasil (1549-1760). Lisboa: Edições Brotéria; Rio de Janeiro: Livros de Portugal, 1953, p. 214. Citado pela historiadora Virgínia Almoedo no Relatório Final do Projeto de Recuperação e Restauração do Engenho Monjope. Fundação Seridó. Recife. 2005.

<sup>137</sup> Serafim Leite, 1953: p. 214.

<sup>138</sup> Serafim Leite, 1945: p. 390.

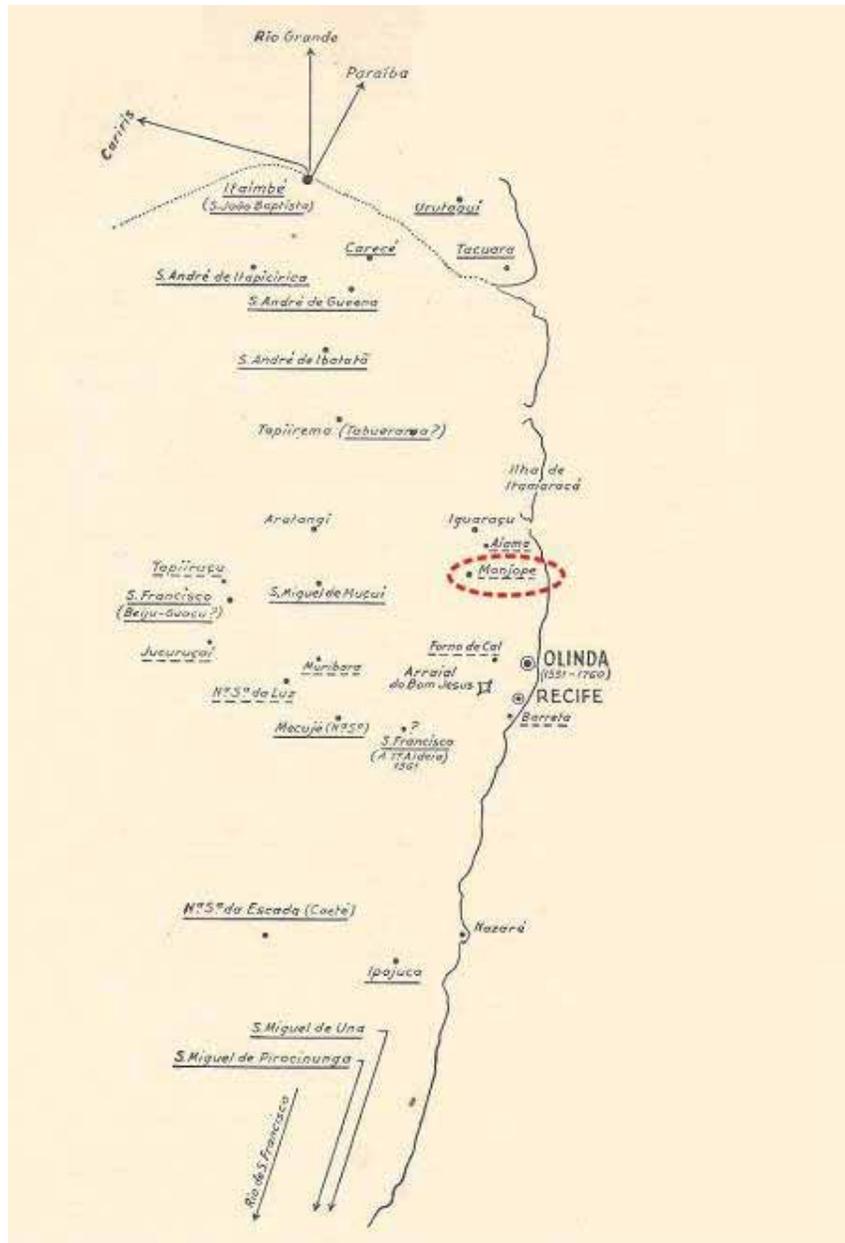


Figura 026. Mapa de aldeias e fazendas de propriedade da Companhia de Jesus na Capitania de Pernambuco. Os nomes das aldeias estão sublinhados com linha cheia e os das fazendas com linha tracejada. Fonte: Serafim Leite. História da Companhia de Jesus no Brasil. p. 390.

É de 1666 a primeira referência ao Engenho Monjope, e já, nessa data, é considerado o mais célebre de Pernambuco. As notícias sobre as construções pertencentes ao Engenho são de 1679. Segundo Serafim Leite, havia uma construção que servia de casa de vivenda

e que estava sob a responsabilidade do Padre Manuel Pereira e do Irmão Manuel Viana: uma “*residência autônoma e distinta*”<sup>139</sup>.

Anos mais tarde, em 1692, registrou-se o trabalho de 100 servos para plantio e produção de açúcar. Mas, nesse mesmo ano, há notícias de que o Engenho não “moeu”. Em virtude dos trabalhos das últimas décadas, as terras do engenho estavam “cansadas” e não serviam ao plantio da cana-de-açúcar. Em momentos como esse, que eram frequentes em Monjope, há registros de que as terras eram utilizadas para o plantio de culturas de subsistência como mandioca, milho e legumes. Nesses momentos, os padres jesuítas utilizavam outras terras para plantar cana-de-açúcar e garantir a produção de açúcar na fábrica do Engenho. Outros engenhos foram comprados com essa finalidade, como o Engenho Cotunguba comprado no final do século XVII, por 3.000 escudos romanos<sup>140</sup>.

Em 1701, o Engenho Monjope estava sendo utilizado provisoriamente como Quinta<sup>141</sup> onde os estudantes do Colégio Jesuíta de Olinda poderiam passar as férias. Nesse período, as suas terras estavam sendo utilizadas para o plantio de mandioca, milho e legumes. Serafim Leite se refere à construção que servia de residência como “... *casa grande cômoda...*” e também faz menção à existência de uma igreja, considerada “... *excelente...*”<sup>142</sup>. Além do Engenho Cotunguba, nesse momento, os Padres já possuíam outro Engenho, o Engenho Caraúba. Em ambos os engenhos plantava-se cana-de-açúcar para ser moída em Monjope.

As terras do Engenho Monjope, em 1716, voltaram a ser utilizadas para o plantio de cana-de-açúcar. Nesse momento não há referências documentais aos engenhos Cotunguba e Caraúba. Mas, em 1722, novamente, as terras de Monjope já não atendiam às necessidades da cultura da cana-de-açúcar e voltaram a ser utilizadas para o plantio de culturas de subsistência<sup>143</sup>. Apesar da dificuldade de utilizar as terras para o plantio da

---

<sup>139</sup> Serafim Leite. op.cit. 1945: p. 423.

<sup>140</sup> Idem. p. 423.

<sup>141</sup> Quinta é uma propriedade rural, com moradia.

<sup>142</sup> Serafim Leite. op.cit. 1945: p. 424.

<sup>143</sup> Idem. p. 424.

cana-de-açúcar, há registros de que, em 1732, os Padres gastaram 800 escudos romanos para reformar a fábrica do Engenho Monjope. E, em outras referências, fala-se de uma olaria que teria recebido reparos em 1742.

Nesse período, os custos para manter o Engenho Monjope eram garantidos com a venda de gado de uma das fazendas dos jesuítas<sup>144</sup>. Além do Engenho Monjope, os padres também mantinham outras propriedades, como a Quinta da Madalena: uma casa de férias para os padres e alunos do colégio jesuíta localizada no atual bairro da Madalena, em Recife.

Com a expulsão da Companhia de Jesus das terras brasileiras, em 1759, todos os seus bens foram entregues à Tesouraria Geral da Capitania de Pernambuco. E, assim como outras propriedades da Companhia de Jesus, o Engenho Monjope foi, posteriormente, vendido. Em 1785, era de propriedade de Manoel Cavalcanti de Albuquerque; em 1818, do Coronel Christovão de Holanda Cavalcanti de Albuquerque; em 1855, do Dr. Manoel Joaquim Carneiro da Cunha (o Barão de Vera Cruz); em 1897, de Manoel Carneiro Saint Clair Gastón; em 1904, do Capitão Vicente Antônio Novelino; em 1962, não funcionava mais como engenho e sim como Clube de Campo; em 1974, foi Clube de Camping do Brasil e, em 1986, passou a ser responsabilidade do Governo do Estado de Pernambuco, em virtude do início do processo de tombamento estadual.

Na primeira metade do século XIX, há notícias sobre as construções existentes em Monjope. Enquanto pertencia ao Coronel Christovão de Holanda Cavalcanti de Albuquerque e família, a partir de 1818, a casa grande era descrita como uma “*vivenda de sobrado de pedra e cal*”<sup>145</sup>, assim como a capela e a senzala, e o engenho era movido a água; em 1859, há notícia de uma reforma na casa grande empreendida pelo proprietário, o Dr. Manoel Joaquim Carneiro da Cunha, em virtude da visita do Imperador Pedro II a Pernambuco; no início do século XX, os proprietários fizeram algumas intervenções: de 1904 a 1917, o Engenho recebe vários melhoramentos como a recuperação da roda de

---

<sup>144</sup> Ibidem. p. 426.

<sup>145</sup> Inventário do Cel Christovão de Holanda Cavalcanti de Albuquerque, de 1829. Citado por Jorge Paes Barrêto em Engenho Monjope. Revista do IAHGP n.º?. 2009, e sob a guarda do Arquivo do Instituto Arqueológico Histórico Geográfico de Pernambuco.

ferro da moenda e a construção de tanques de água mais elevados para garantir água para a roda e, em 1940, são feitas modificações para a produção exclusiva de aguardente: a Monjopina<sup>146</sup>; na segunda metade do século, em 1959, há registro de uma reforma na casa de vivenda de Monjope que passou a ser considerada das mais modernas<sup>147</sup>. Finalmente, em 1966, na escritura de Cessão de Direitos Hereditários, a casa grande foi apresentada como uma construção de alvenaria e foi denominada “*sobrado colonial, velho*”.

Como pode ser visto, ao longo desses últimos 400 anos, não há maiores registros conhecidos que apresentem as características físicas da casa grande ou de qualquer outra construção existente em Monjope. E do conjunto dessas informações, no âmbito deste trabalho, serão consideradas aquelas do século XVI até o final do século XIX. As intervenções construtivas do século XX já não utilizavam mais alvenarias com argamassa de barro ou de barro e cal e nesse trabalho o objeto de estudo são essas alvenarias, assim as intervenções do século XX não serão consideradas.

Pode-se concluir, então, que há três momentos definidos que podem ter colaborado para a construção da feição física que se vê hoje na casa grande do Engenho Monjope em alvenaria com argamassa de barro ou de barro e cal:

- Antes de 1600, quando as terras foram doadas aos Padres Jesuítas;
- De 1600 a 1759, quando houve a expulsão da Companhia de Jesus do Brasil; e,
- De 1759 até o final do século XIX, quando as construções começam a deixar de ser feitas em alvenaria de argamassa de barro e de barro e cal.

No período anterior a 1600, não há referências sobre a existência de construções nessas terras. Mas, como desde 1540 as terras eram de propriedade da família Vasco Fernandes de Lucena, há a possibilidade de ter sido construída alguma edificação no local. Da mesma maneira, quando o casal Farinha faz a doação das terras, no ano de 1600, informa que as mesmas serviam de pasto para o gado. Também nesse período há a possibilidade

---

<sup>146</sup> Menelau, op.cit. p. 72 e 75.

<sup>147</sup> Notícia do Jornal Voz de Igarassu n. 22 de 12 de dezembro de 1954.

de haver alguma benfeitoria como, por exemplo, uma casa rural de residência ou de apoio ao trabalho agropecuário.

Entre os anos de 1600 a 1759, quando Monjope era propriedade da Companhia de Jesus, a primeira referência a casa grande nas terras de Monjope é em 1679. Sabe-se apenas que essa construção era utilizada como residência. Há menções de que essa edificação era uma “... *residência autônoma e distinta...*” e de que era uma “... *casa grande cômoda...*”. Os textos não tratam das técnicas ou materiais construtivos, nem apresentam suas características espaciais. Não é possível nem afirmar que a edificação existente já contava com dois pavimentos.

A partir do ano de 1759, o Engenho Monjope teve vários donos e há uma importante referência à casa grande. Em 1829, a construção que servia de casa grande foi citada no inventário do proprietário como “*vivenda de sobrado de pedra e cal*”. A partir desse momento é possível afirmar que a edificação contava com dois pavimentos, pois foi denominada de “sobrado”. Um sobrado é o pavimento superior, em madeira, também denominado assoalho. Por extensão, como consta no Glossário de Arquitetura e Ornamentação, um sobrado é uma edificação com dois ou mais pavimentos<sup>148</sup>. Porém, não é possível afirmar que a expressão “*de pedra e cal*” esteja informando sobre a técnica e os materiais construtivos da edificação. Nesse período, essa expressão era comumente usada para designar que não se tratava de uma construção temporária, ou seja, que a edificação não foi construída em taipa nem em madeira.

Finalmente, as informações do inventário de 1829 ainda afirmam que o engenho era movido a água. Não se pode ter certeza de que a reforma que transformou o engenho de tração animal para a moenda água tenha sido feita nesse momento. Ela pode ter sido feita na última grande reforma empreendida pelos jesuítas, em 1732. Sabe-se, no entanto, que, na ocasião dessa transformação, foi construído um canal na frente da casa grande para

---

<sup>148</sup> Segundo o Dicionário Antônio Houaiss da Língua Portuguesa, o verbete “sobrado” significando “pavimento ou assoalho, geralmente de madeira”; “qualquer casa de dois ou mais pavimentos”, data do século XIII, como consta do fichário denominado *FichIVPM* que se encontra na Fundação Casa de Rui Barbosa, Rio de Janeiro/RJ e que documenta os vocábulos medievais. O levantamento do léxico da língua portuguesa foi publicado com o nome de *Vocabulário histórico-cronológico do português medieval*, pelo lexicógrafo Antônio Geraldo da Cunha, em 2006.

garantir o fornecimento de água para a roda do engenho. E que, para essa construção, foi feito um aterro elevando o nível do canal em relação à roda, de maneira que a força da gravidade levasse a água até a roda e a fizesse movimentar<sup>149</sup>. Essa elevação do nível do canal deixou a casa grande abaixo do canal. Uma situação discrepante em relação ao modelo de implantação de engenhos no nordeste brasileiro, onde a casa grande está sempre em um nível acima do engenho, inclusive para garantir controle visual<sup>150</sup>.

### **3.2.2 LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS EM CAMPO**

#### **3.2.2.1 Anotações preliminares**

Na primeira visita ao Engenho Monjope, observou-se aspectos do seu espaço geomorfológico e da estrutura arquitetônica. No que diz respeito ao ambiente natural, verificou-se que a área do entorno do Engenho já está ocupada por construções recentes que modificaram sobremaneira o ambiente natural. E o próprio terreno onde está o Engenho, já está muito alterado. O relevo já foi modificado por sucessivos aterros, a vegetação de mata atlântica foi substituída por vegetação exógena e o rio Utinga, próximo ao Engenho, não é mais navegável: trata-se apenas de um córrego. Diante dessa constatação, o levantamento do seu espaço geomorfológico deverá voltar-se para o levantamento dos aspectos geológicos a fim de subsidiar a identificação da origem dos materiais construtivos utilizados na casa grande, especialmente as rochas, argilas e areias empregadas nas alvenarias.

---

<sup>149</sup> Menelau. op.cit. p. 126.

<sup>150</sup> Idem. p. 78-82.



Foto 08. Vista da situação atual da casa grande (fachadas frontal e lateral direita). Vê-se o mau estado de conservação da edificação, principalmente pela ausência de reboco, tombamento dos arcos das esquadrias e pela existência de vegetação nas paredes. Fonte: Foto pela autora.

Observando-se a estrutura arquitetônica, verificou-se que se trata de uma edificação com dois pavimentos que apresenta fissuras nas paredes, mas que apesar do mau estado de conservação, está inteira, exceto pela escada e pelo piso do primeiro pavimento que ruíram. Observando-se essa construção, não foi possível visualizar as fundações, apenas elementos estruturais, paredes, telhado e piso. Verificou-se ainda que boa parte das colunas e paredes encontra-se sem reboco, permitindo a visualização dos materiais construtivos. Nessa observação, constatou-se que:

- A edificação foi alvo de muitas intervenções, pois conta com grupos de alvenarias diferentes - rocha, tijolo e ambos;
- As paredes têm espessuras diferentes;
- As paredes são irregulares entre si, inexistindo ângulos de 90° entre elas;
- Há paredes que até a altura de 2,30 metros são feitas com um tipo de alvenaria e desse ponto até o fim, com outro tipo de alvenaria;
- O piso da escada no pavimento térreo está abaixo do piso atual da casa;
- Há uma janela ou porta dentro da casa com pé-direito de  $h = 1,81$  metros, sendo que normalmente o pé-direito das janelas e portas varia de  $h = 2,50$  a  $h = 3,30$  metros;

- Existem colunas com altura inferior ( $h = 2,30$  metros) ao pé-direito da casa que é de 3,60 metros de altura;
- A edificação é composta por muitos cômodos (31 cômodos); e,
- Atualmente, não é possível subir no pavimento superior, pois não há escada nem piso.



Foto 09. Vista dos cômodos do acesso principal à casa grande. Fonte: Foto pela autora.



Foto 010. Vista da janela ou porta, dentro da casa, com pé-direito de  $h = 1,81$  metros. Fonte: Foto pela autora.



Foto 011. Vista dos restos da escada que dava acesso ao pavimento superior. Vêm-se as ruínas da estrutura de alvenaria que dava suporte à escada e os restos da estrutura de madeira do piso do pavimento superior. Fonte: Foto pela autora.

Diante dessas peculiaridades e da constatação de que não há dados documentais que revelem a evolução construtiva da edificação, o levantamento espacial programado teve que produzir uma base gráfica que representasse a edificação e suas particularidades.

Durante a visita preliminar, percebeu-se ainda que o mau estado de conservação da edificação poderia propiciar algum acidente, como a queda de materiais construtivos ou mesmo de paredes inteiras. Por isso, para o trabalho de campo foi necessário disponibilizar para toda a equipe equipamentos de proteção individual – EPI, principalmente capacetes.

A partir da situação observada, surgiram questionamentos sobre a edificação, suas técnicas construtivas e sua evolução:

- A casa foi construída com dois pavimentos desde o primeiro momento?
- O piso da casa sempre esteve nesse nível, ou já teve um nível mais baixo?
- Quantas fases construtivas essa edificação tem? Quantos tipos de técnicas construtivas foram utilizados?
- Todos os tijolos cerâmicos maciços são iguais? Todas as rochas utilizadas são iguais? Quantos tipos existem? Quais as diferenças entre eles?
- Como é o processo de construção de cada uma das técnicas? Quais os instrumentos e ferramentas utilizadas?
- A partir da verificação da distribuição espacial das técnicas construtivas, é possível identificar ordem cronológica entre as fases construtivas?
- A partir da verificação do processo de construção de cada uma das técnicas construtivas, é possível identificar ordem cronológica entre elas?

### **3.2.2.2 Dados do contexto geológico**

Do ponto de vista geológico, o Litoral Norte do Estado de Pernambuco, onde se situa o engenho Monjope, está assentado sobre formações geológicas do terciário e quaternário, a saber: Formações Barreiras, Beberibe, Gramame e Maria Farinha, o embasamento cristalino, além de outros depósitos recentes, como mangues, terraços marinhos<sup>151</sup>:

---

<sup>151</sup> Diagnóstico Socioambiental - Litoral Norte. Publicações CPRH / MMA - PNMA11, 2005: p.19-31.

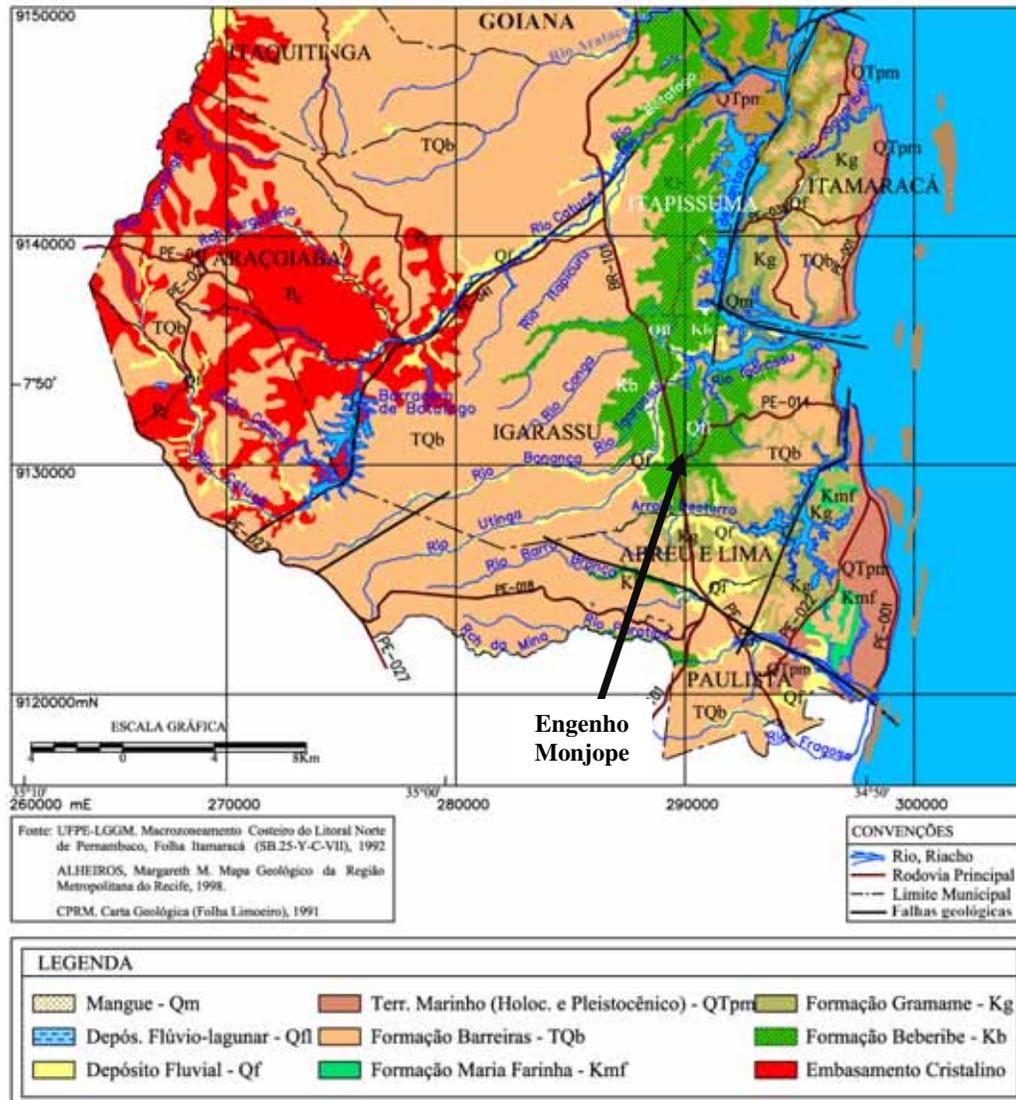


Figura 027. Mapa geológico de municípios do Litoral Norte de Pernambuco. Fonte: Estudo da vulnerabilidade e proposta de área de proteção de aquíferos na faixa costeira norte de Pernambuco. LAGESE.UFPE.

As terras do Engenho Monjope estão localizadas no denominado Depósito Fluvial - Qf: depósito recente de origem continental formada por areias, cascalhos e argilas que foram transportados pelos rios e depositados ao longo do canal fluvial e nas planícies de inundação. No canal, dominam areias grossas e cascalhos e nas planícies, areias finas e argilas.

No entorno da área do Engenho estão ambientes de outras formações geológicas, especificamente das Formações Barreiras, Beberibe e Gramame:

- Na direção oeste, está a Formação Barreiras, de origem continental e é constituída por sedimentos areno-argilosos não consolidados. Das três faces existentes<sup>152</sup>, é a face fluvial que se localiza mais próximo ao Engenho. Essa face é composta por depósitos de granulometria variada (cascalhos, areias grossas, médias e finas) intercaladas por camadas e lentes de argila/silte;
- Na direção leste, está a Formação Beberibe, constituída por arenitos continentais. Está dividida em duas camadas: na base, sedimentos arenosos conglomeráticos, intercalados com níveis argilosos, na parte superior, arenitos finos com níveis de siltito e argilas cinzentas (contendo restos de vegetais carbonizados). Verifica-se, ainda, sobre a camada superior, uma espessa faixa de areia que é explorada como matéria-prima para a construção civil; e,
- Na direção sul, encontra-se a Formação Gramame, de origem marinha e constituída por materiais calcários (calcários areno-argilosos e argilosos) e materiais fosfáticos.

As demais estruturas geológicas dessa região não exercem influência direta sobre a área onde se localiza o Engenho, são elas: o Embasamento Cristalino, localizado na porção mais ocidental do Litoral Norte; a Formação Maria Farinha que aparece em ocorrências isoladas, próximo ao litoral; os mangues, os terraços marinhos e os depósitos fluvio-lagunar, também localizados nas proximidades do litoral, e os depósitos de praia e arrecifes. Vale ressaltar, contudo, que os depósitos fluvio-lagunar são fontes de calcários detríticos e têm sido explorados como matéria-prima na produção de cimento e cal.

#### ***3.2.2.2.1 Fontes de areia e argila enquanto matéria prima para construção civil***

Segundo o “Mapeamento e cadastro de áreas de mineração de areia e argila da região metropolitana do Recife e municípios circunvizinhos”, elaborado pela CPRH, em 2002/2006, em toda a região metropolitana estão registradas 264 áreas de mineração de areia e argila. Desse conjunto, trinta lavras (vinte de argila e dez de areia) estão localizadas a até 5km de distância do Engenho Monjope.

---

<sup>152</sup> A Formação Barreiras se apresenta em três faces: (1) leques aluviais, localizados na porção oeste da região, (2) flúvio-lagunar, localizado na parte ao norte de Itamaracá e (3) fluvial, que conta com a maior extensão (Diagnóstico Socioambiental - Litoral Norte. Publicações CPRH / MMA - PNMA11).

Na tabela abaixo, estão apresentadas as dez lavras de areia que estão localizadas a até 5km de distância do Engenho Monjope. A maior parte delas, oito lavras, é oriunda de fontes situadas nos terraços marinhos e apenas duas são de área do Grupo Barreiras. As lavras mais próximas do Engenho são as de número 48, 47 e 51, localizadas a até 2km, cujo material é indicado, respectivamente, para aterro, reboco e construção civil.

**TABELA 04.** TABELA DAS LAVRAS DE AREIA IDENTIFICADAS NUM RAIO DE 5KM A PARTIR DO ENGENHO MONJOPE. IGARASSU/PE. FONTE: MAPEAMENTO E CADASTRO DE ÁREAS DE MINERAÇÃO DE AREIA E ARGILA DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE E MUNICÍPIOS CIRCUNVIZINHOS: 2006. ANEXO 1)

N.º	Material	Fonte	Local/ Município	Status	Porte	Destino do material	Distância do Engenho Monjope
48	Areia	Grupo Barreiras	Granja Santo Antônio/ Igarassu	Em lavra	Pequeno	Aterro	Até 2km
47	Areia	Terraço marinho	EL Queiroz/ Igarassu	Inativo	Grande	Reboco	Até 2km
51	Areia	Terraço marinho	Santa Rita/ Igarassu	Inativo// exaurido	Grande	Construção civil	Até 2km
45	Areia	Terraço marinho	Engenho Pitanga/ Igarassu	Inativo	Pequeno	Reboco	Até 3km
46	Areia	Terraço marinho	Engenho Pitanga/ Igarassu	Inativo	Pequeno	Reboco	Até 4km
70	Areia	Terraço marinho	Fazenda mangabeira/ Itapissuma	Inativo	Pequeno	Reboco	Até 4km
69	Areia	Terraço marinho	Fazenda da Cobra/ Itapissuma	Em lavra	Médio	Reboco	Até 5km
76	Areia	Grupo Barreiras	Mumbecas/ Paulista	Em lavra	Grande	Aterro/construção civil	Até 5km
5	Areia	Terraço marinho	Sítio Yraruka/ Recife	Inativo	Pequeno	Construção civil	Até 5km

Na tabela das lavras de argila, aquelas mais próximas ao Engenho, são as de número 52, 53 e 56. Todas estão a até 1km do Engenho Monjope. A maior parte das fontes de argila, 115 unidades, é de material localizado na área do Grupo Barreiras. Mas, dentre as três lavras próximas ao Engenho, as 52 e 53 estão localizadas em área de Terraço Marinho e as argilas têm características refratárias.

**TABELA 05.** TABELA DAS LAVRAS DE ARGILA IDENTIFICADAS NUM RAIOS DE 5KM A PARTIR DO ENGENHO MONJOPE. IGARASSU/PE. FONTE: MAPEAMENTO E CADASTRO DE ÁREAS DE MINERAÇÃO DE AREIA E ARGILA DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE E MUNICÍPIOS CIRCUNVIZINHOS: 2006. ANEXO 1)

N.º	Material	Fonte	Local/ Município	Status	Porte	Destino do material	Distância do Engenho Monjope	
52	Argila	Vale de rio	Granja Santa/ Igarassu	Palma	Inativo	Pequeno	Cerâmica refratária	Até 1km
53	Argila	Vale de rio	Granja Esperança/ Igarassu	Boa	Em pesquisa	-	Cerâmica refratária	Até 1km
56	Argila	Grupo Barreiras	Margem PE41/ Igarassu		Inativo	Pequeno	Aterro	Até 1km
260	Argila	Grupo Barreiras	Sítio Inhamã/ Igarassu		Inativo	Médio	Aterro	Até 2km
55	Argila	Grupo Barreiras	BR101-norte/ Igarassu		Inativo	Médio	Aterro	Até 2km
58	Argila	Vale de rio	Rio Monjope/ Igarassu		Em pesquisa	-	Cerâmica refratária	Até 2km
59	Argila	Vale de rio	Rio Monjope/ Igarassu		Em pesquisa	-	Cerâmica refratária	Até 2km
49	Argila	Grupo Barreiras	Nova Cruz/ Igarassu		Em lavra	Pequeno	Aterro	Até 3km
1	Argila	Grupo Barreiras	Jaguaribe/ Abreu e Lima		Em lavra	Médio	Aterro	Até 3km
241	Argila	Formação Maria Farinha	Maria Farinha/ Paulista		Em lavra	Grande	Cimento Pozolana	Até 4km
50	Argila	Grupo Barreiras	Ilhota/ Nova Cruz/ Igarassu		Inativo	Grande	Aterro	Até 4km
2	Argila	Grupo Barreiras	Caetés/ Abreu e Lima		Inativo	Pequeno	Aterro	Até 4km
3	Argila	Grupo Barreiras	Caetés III/ Abreu e Lima		Inativo	Pequeno	Aterro	Até 4km
4	Argila	Grupo Barreiras	Caetés II/ Abreu e Lima		Inativo	Pequeno	Aterro	Até 4km
61	Argila	Grupo Barreiras	Bairro São Paulo/ Itamaracá		Inativo	Pequeno	Aterro	Até 5km
117	Argila	Grupo Barreiras	Sítio Jaguaribe/ Paulista		Inativo	Médio	Aterro	Até 5km
120	Argila	Grupo Barreiras	Sítio Jaguaribe/ Paulista		Em lavra	Grande	Aterro	Até 5km
77	Argila	Grupo Barreiras	Fazenda Mumbecas/ Paulista		Inativo	Pequeno	Aterro	Até 5km
60	Argila	Grupo Barreiras	Sítio Bom Jesus/ Itamaracá		Em lavra	Pequeno	Aterro	Até 5km
80	Argila	Grupo Barreiras	Granja São Jorge/ Paulista		Inativo	Pequeno	Aterro	Até 5km



No mapeamento da CPRH, também foi feita a caracterização das lavras de areia e argila. No caso das lavras de areia foi feita a identificação de tipos genéticos. Os tipos foram relacionados à fonte do material e foram caracterizados pela granulometria do sedimento e composição qualitativa<sup>153</sup>. Foram identificados três tipos genéticos: Terraço Marinho, Leito de Rio e Formação Barreiras descritos a seguir:

### **Terraço Marinho**

Granulometria	mais areia fina menos areia média pouco ou ausente - argila/silte e areia grossa
Composição qualitativa	99% de quartzo ou 98% quartzo e 1% feldspato alterado (impureza) 1% metais pesados (leucoxênio, ilmenita, zircão, rutilo, cianita, turmalina, estauroilita, sillimanita, andaluzita, anatásio, granada e óxido de ferro)

### **Leito de Rio**

Granulometria	mais areia média (variada) menos areia fina pouca- argila/silte e areia grossa
Composição qualitativa	70-90% de quartzo 5-20% de feldspato (impureza) 1-15% de agregado - de 1% metais pesados (quartzo-feldspato, quartzo- feldspato-mica, quartzo- feldspato-anfibolito, quartzo- feldspato-epidoto, quartzo-mica-sillimanita, quartzo-turmalina-mica)

### **Formação Barreiras**

Granulometria	14-80% areia fina 0-60% areia média 0-9% areia grossa 12-47% silte/ argila pouco ou ausente - argila/silte e areia grossa
Composição qualitativa	55-99% de quartzo 10% de feldspato (impureza) e agregados 1% metais pesados (leucoxênio, ilmenita, zircão, rutilo, cianita, turmalina, estauroilita, andaluzita, anatásio, granada e óxido de ferro, monazita e epidoto)

A caracterização das argilas, por sua vez, foi em função da composição mineralógica, resultado da submissão à análise de difração de Raios-X. Em todos os casos, as argilas apresentaram a mesma composição mineralógica: o argilo-mineral caolinita e quartzo. A diferença entre elas está na proporção desses componentes:

---

<sup>153</sup> Também poderia fazer parte das variáveis de caracterização dos tipos genéticos, o grau de arredondamento dos grãos.

- Quartzo ~ Caolinita – Argila caolinítica quartzosa;
- Quartzo > Caolinita - Argila quartzosa com caolinita etc.
- Quartzo < Caolinita - Argila caolinítica com quartzo.

A partir do contexto geológico e da caracterização de areias e argilas apresentada acima, pode-se concluir que a área no entorno do Engenho Monjope é rica em fontes de matérias-primas para a produção de tijolos cerâmicos maciços e obtenção de rochas para a construção civil, assim como das matérias-primas para a preparação de argamassas de cal. Como os resultados apresentados no estudo da CPRH têm um bom nível de detalhamento, especificamente os resultados dos exames quantitativos, poderá ser feita a comparação desses resultados com os exames a serem realizados nas amostras de materiais construtivos do Engenho Monjope e talvez seja possível indicar a localização das fontes de matéria-prima desses materiais.

### **3.2.2.3 Dados espaciais**

Para realizar o levantamento espacial da casa grande do Engenho Monjope a fim de produzir a base gráfica necessária ao estudo programado, optou-se por vários procedimentos (instrumentos, leitura e método de medição). Não foi possível aplicar um mesmo procedimento para toda a edificação, pois o pavimento superior não tem piso. Para o levantamento do pavimento térreo foram utilizados:

- Trena metálica, por ser um instrumento acessível, de baixo custo, que garante uma precisão milimétrica e pode ser manuseado por até duas pessoas;
- Leitura do instrumento anotando os milímetros, sem arredondamento, pois a edificação é composta (conta com muitos cômodos), suas paredes são irregulares entre si (o ângulo entre elas não é de 90°) e têm espessuras diferentes;
- Uso do método da triangulação que é indicado quando o objeto a ser medido não apresenta regularidade, mesmo aumentando o tempo necessário ao levantamento.

Para o pavimento superior, foram utilizados:

- Trena digital, para aferir medidas verticais, por ser um instrumento capaz de alcançar alturas inacessíveis à trena metálica e que garante uma precisão de até seis casas

decimais podendo ser manuseado por apenas uma pessoa; E observação visual, *in loco* ou por fotografias, para aferir o posicionamento horizontal das paredes em relação às paredes do pavimento térreo, por ser um dos meios possíveis, já que o pavimento superior não tem piso;

- No caso da trena digital, a leitura considerou os centímetros, com arredondamento dos milímetros; e no caso da observação, a leitura foi interpretativa, verificando as distâncias aproximadas (baixa precisão) até as paredes existentes no pavimento térreo. Essa foi uma maneira possível, já que o pavimento superior não tem piso;
- Uso do método comparativo, observando a distância da parede a ser representada para outra parede já representada, do pavimento térreo ou do superior. Para aumentar a precisão, a comparação foi feita com um grande número de paredes.

Para as fachadas, os procedimentos utilizados foram:

- Trena metálica, para medir as dimensões verticais das esquadrias do pavimento térreo, por ser um instrumento que permite a medição de pequenas alturas, com elevada precisão, por até uma pessoa; e observação visual, *in loco* ou por fotografias, para aferir o posicionamento vertical das esquadrias e demais elementos da fachada do pavimento superior em relação às paredes do pavimento superior e às esquadrias do pavimento térreo, por ser o único meio possível, já que o pavimento superior não tem piso;
- Leitura do instrumento anotando os milímetros, com arredondamento, pois a localização das esquadrias não interfere na análise das técnicas construtivas; e, no caso da observação, a leitura foi interpretativa verificando as distâncias aproximadas (baixíssima precisão) até as paredes existentes no pavimento superior e as esquadrias do pavimento térreo, por ser a única maneira possível, já que o pavimento superior não tem piso;
- Uso do método direto, para o pavimento térreo, medindo a distância da esquadria até o piso; e para o pavimento superior, o método associativo, reproduzindo as medidas do pavimento térreo para o superior.

O resultado do levantamento espacial da casa grande do Engenho Monjope está apresentado a seguir.



**FACHADA FRONTAL**  
CASA GRANDE. Engenho Monjope/ Igarassu. PE



**FACHADA POSTERIOR**  
CASA GRANDE. Engenho Monjope/ Igarassu. PE

Figura 029. Fachada frontal e posterior da Casa Grande do Engenho Monjope. Levantamento da situação atual. Fonte: Figura pela autora.

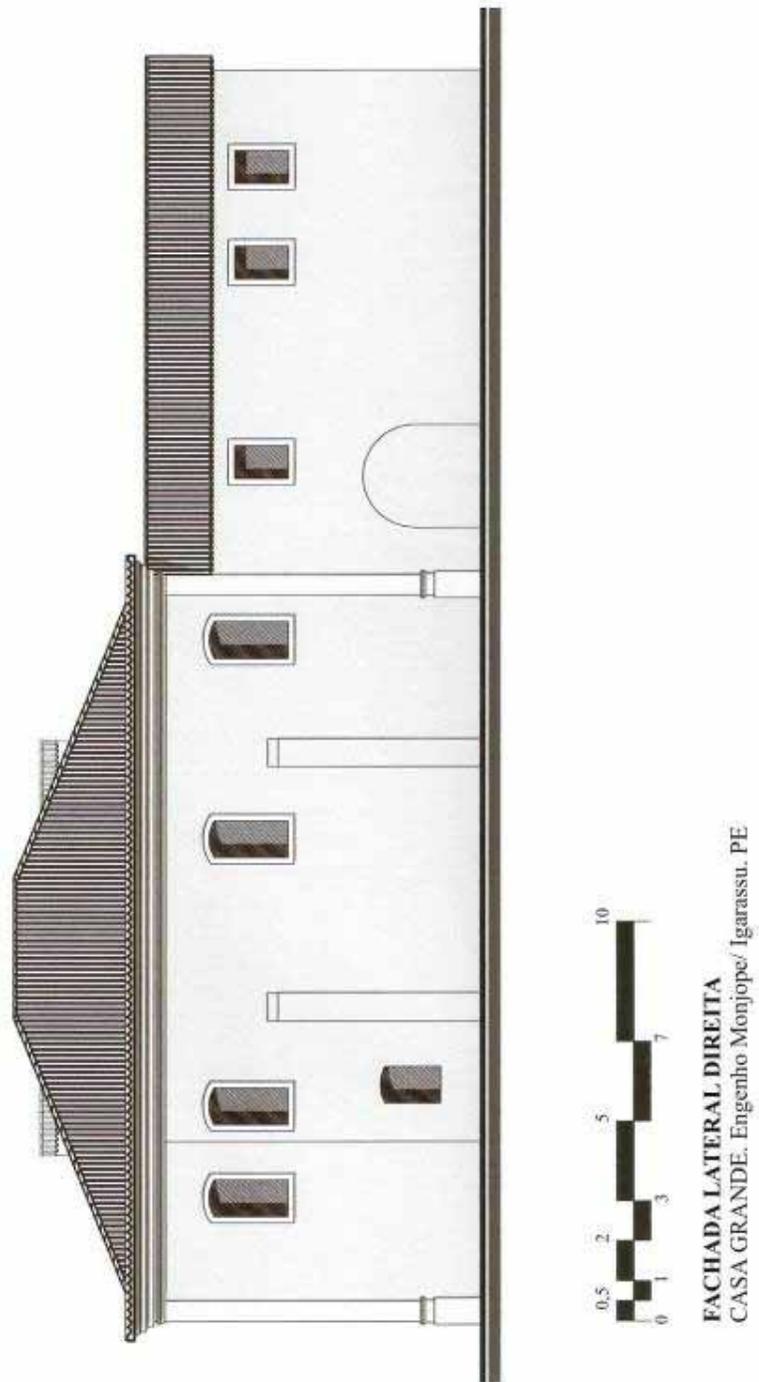


Figura 030. Fachada lateral direita da Casa Grande do Engenho Monjope. Levantamento da situação atual. Fonte: Figura pela autora.

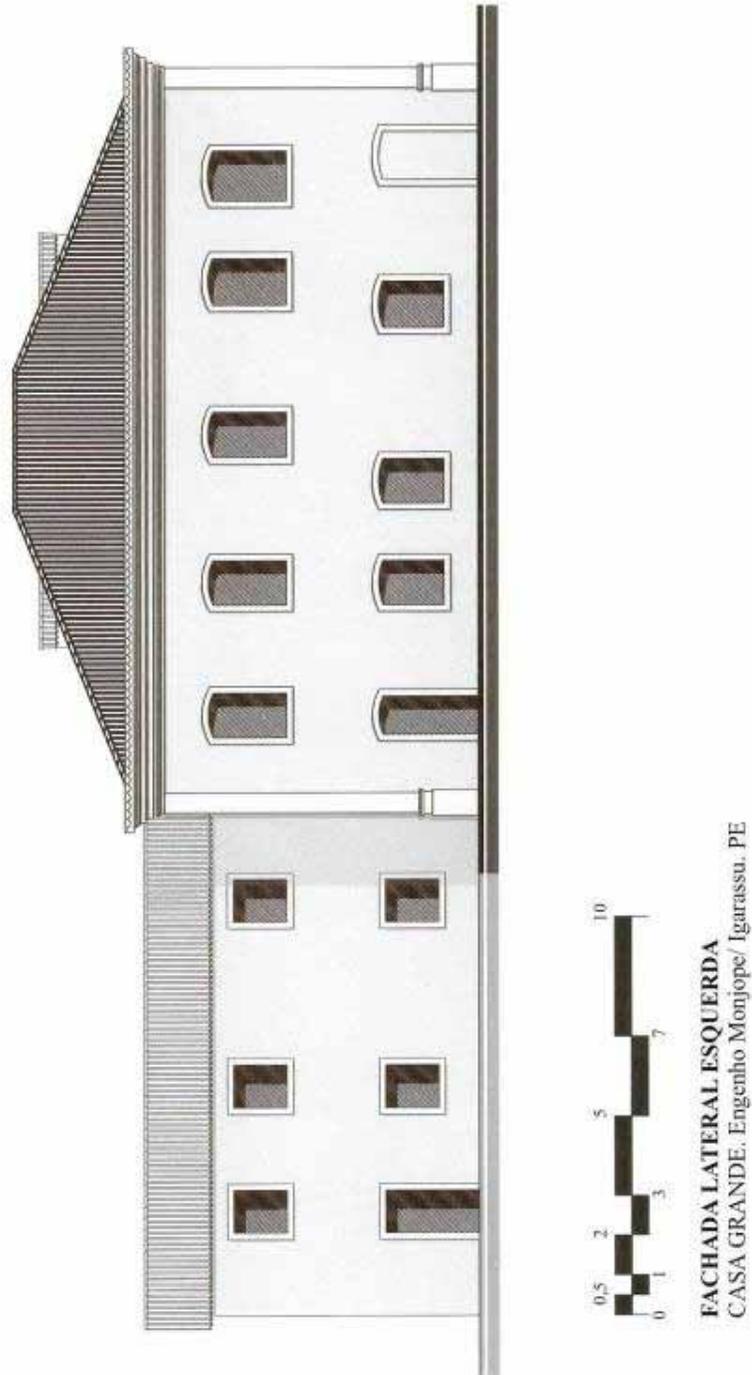
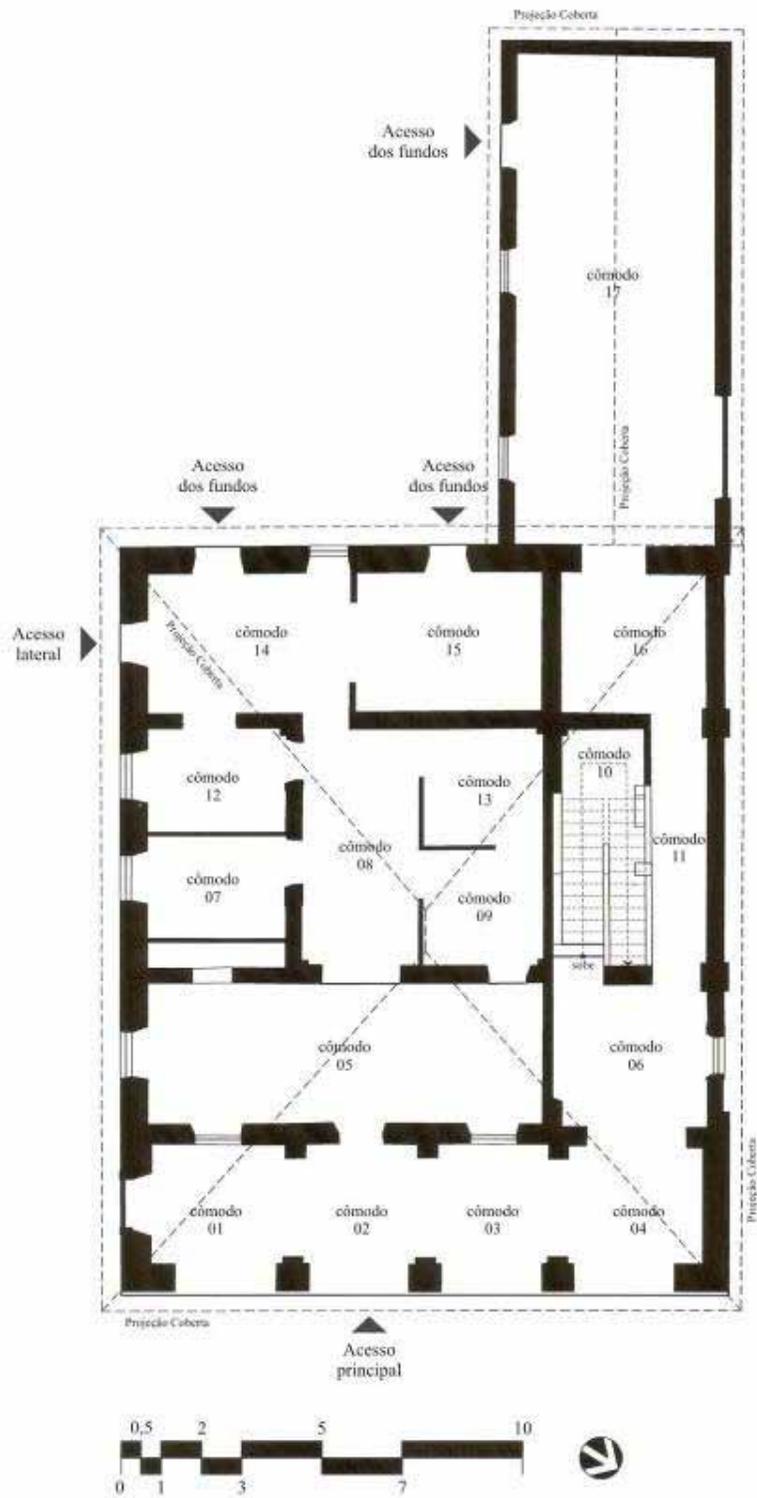
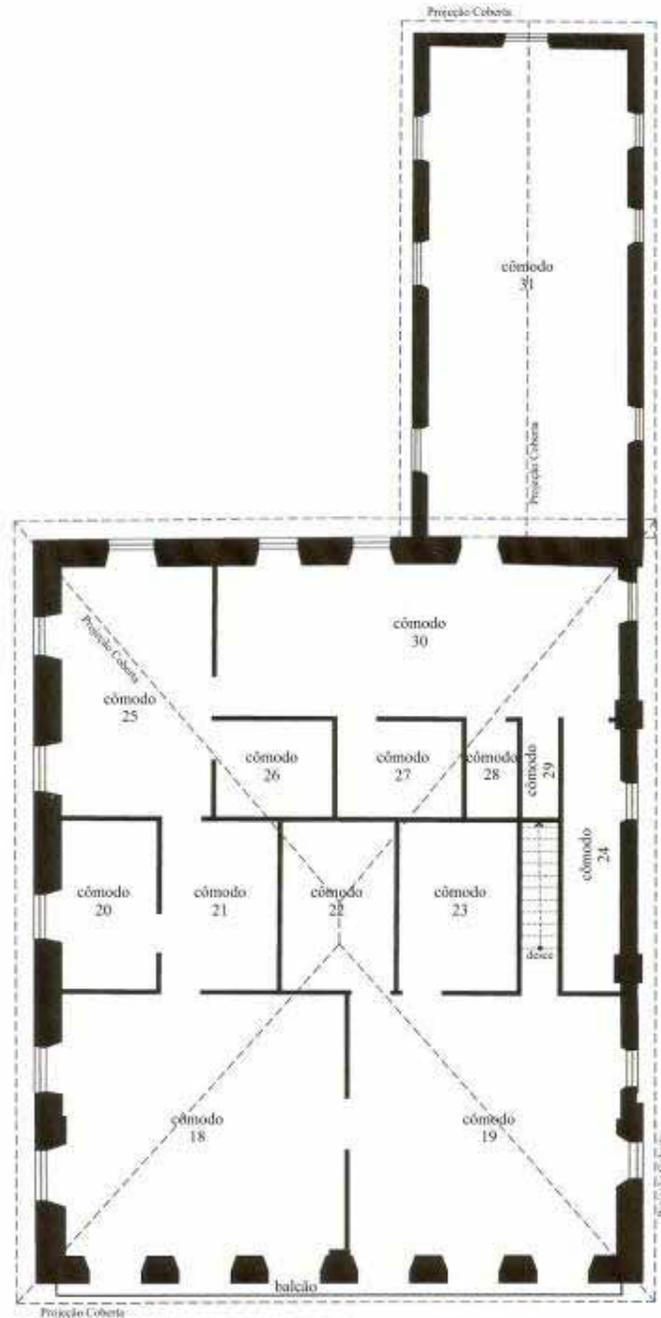


Figura 031. Fachada lateral esquerda da Casa Grande do Engenho Monjope. Levantamento da situação atual. Fonte: Figura pela autora.



**PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO**  
**CASA GRANDE. Engenho Monjope/ Igarassu, PE**

Figura 032. Planta Baixa do pavimento superior da Casa Grande do Engenho Monjope. Levantamento da situação atual. Fonte: Figura pela autora.



**PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR**  
 CASA GRANDE. Engenho Monjope/ Igarassu. PE

Figura 033. Planta Baixa do pavimento superior da Casa Grande do Engenho Monjope. Levantamento da situação atual. Fonte: Figura pela autora.

### **3.2.2.4 Dados dos materiais construtivos**

O levantamento dos materiais construtivos dos diferentes grupos de alvenaria existentes na casa grande, considerou as características físicas desses materiais. Para os tijolos as características físicas são: dimensão, cor, composição e aparência das faces e arestas, e para as rochas são: dimensão, acabamento da superfície e formato do perfil. Esse levantamento foi feito em duas etapas:

- Identificação e localização dos grupos de alvenarias sobre a base gráfica produzida na etapa anterior;
- Registro das características físicas dos materiais construtivos – tijolo e rocha - para identificação de tipos de materiais;

#### **3.2.2.4.1 Grupos de alvenarias**

A identificação e localização dos grupos de alvenarias consistiram no mapeamento das alvenarias existentes na edificação sobre a base gráfica. Essa etapa foi importante pela elevada quantidade de variações de alvenaria, principalmente no grupo da alvenaria de tijolo. As atividades realizadas foram:

- Percorrer todas as paredes buscando identificar mudanças na alvenaria seja de material, de agenciamento de materiais ou de ambos;
- Registrar o local da mudança e medir a extensão da alvenaria;
- As alvenarias de rocha foram denominadas “A”, as alvenarias de tijolo, “B” e as alvenarias mistas foram denominadas “C”;
- Todas as alvenarias, por grupo, foram numeradas progressivamente. Exemplo: A01, B01 e C01.

Os procedimentos aplicados contaram com a utilização de trena metálica - instrumento de precisão milimétrica - e a leitura considerou os milímetros, sem fazer arredondamento. O método de medição foi a aferição do comprimento da alvenaria levando em conta seus pontos extremos. Foi preciso, no mínimo, duas pessoas para realizar esses procedimentos.

O resultado do levantamento pode ser visto nas figuras abaixo:



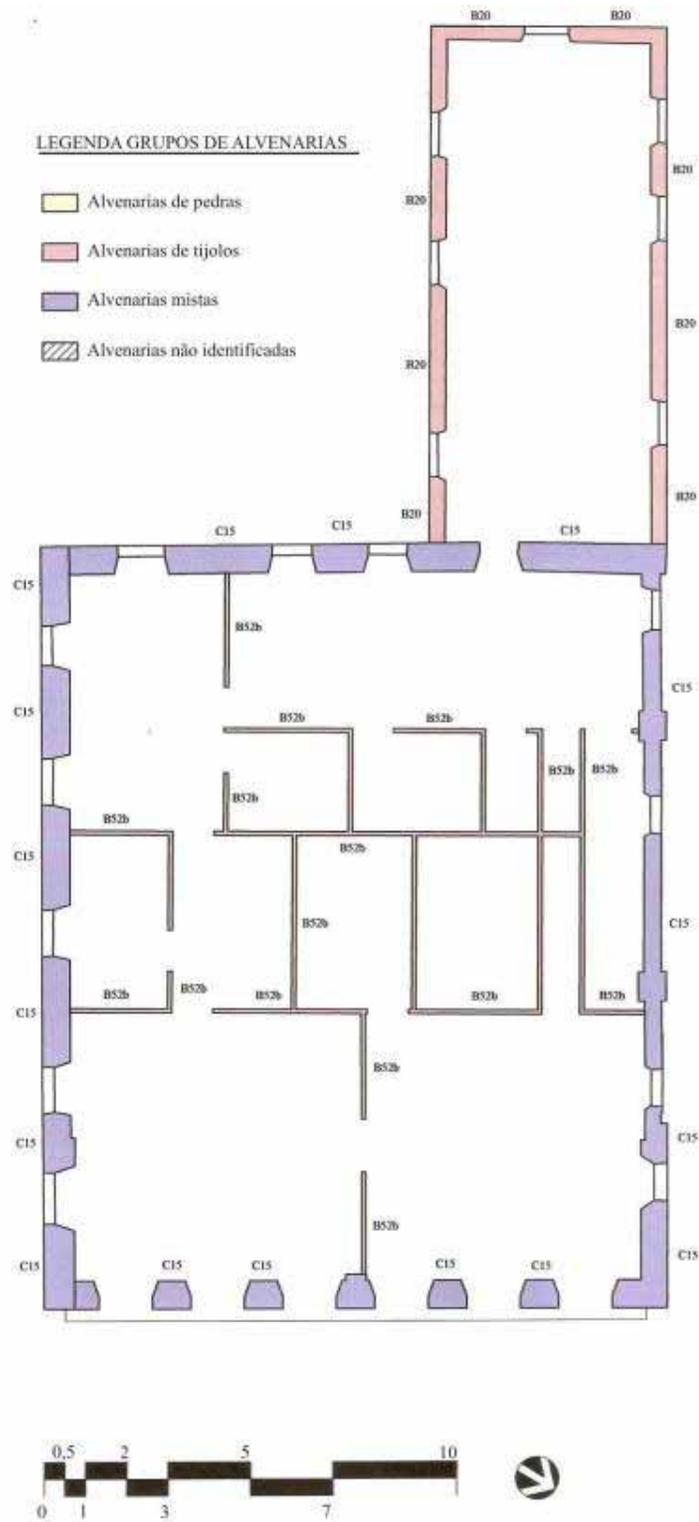


Figura 035. Identificação e localização dos grupos de alvenaria da casa grande sobre a base gráfica. Fonte: Figura pela autora.

#### 3.2.2.4.2 *Características físicas dos materiais construtivos*

Os três grupos de alvenarias pré-identificados na primeira visita contam com dois grupos de materiais construtivos: tijolos e rochas. Na realização da identificação dos grupos de alvenaria, etapa anterior, foi possível também registrar as características físicas desses materiais. O objetivo foi identificar os tipos de tijolos e de rochas utilizados na construção.

Foram definidas e hierarquizadas algumas variáveis baseadas nas características físicas desses materiais para permitir a identificação dos tipos. No caso dos tijolos, as variáveis selecionadas foram:

- Dimensão (largura, comprimento e espessura);
- Cor/ composição;
- Aparência da face e das arestas.

Dentre estas, a dimensão foi a variável de maior importância na definição do tipo; e a cor/composição facilitou o reconhecimento do tipo. As variáveis da aparência da face e das arestas não foram consideradas determinantes. Serão apreciadas, posteriormente, no momento das análises sobre a cultura construtiva de uma comunidade, especificamente, na discussão sobre a produção do material construtivo.

No caso das rochas foram selecionadas as seguintes variáveis:

- Dimensão (largura, comprimento);
- Acabamento da superfície;
- Formato do perfil.

Destas, a variável considerada de mais alta hierarquia para a definição de tipos foi o acabamento da superfície e o formato do perfil, pois indica ter sido intencionalmente tratada antes de utilizada. Outras características físicas pertencentes a este grupo de material não foram consideradas, como cor/composição, pois a identificação da mineralogia das rochas será tratada mais adiante, durante a realização de exames arqueométricos.

No levantamento dos tipos de materiais construtivos, tanto de tijolos como de rochas, apenas uma pessoa realizou os seguintes procedimentos:

- Instrumento de medição - Trena metálica;
- Leitura da medida – Milimétrica, sem fazer arredondamentos;
- Método - medição de, no mínimo, cinco unidades de tijolo inteiros e/ou de rocha (comprimento, largura e espessura no caso dos tijolos e comprimento e altura, no caso das rochas).

Durante a aplicação do método, ficou evidente a existência de intervalos de variação das medidas, reforçando a importância de se ter realizado um número elevado de medidas por material construtivo. No caso dos tijolos, foi necessário ter certeza de que as unidades que estavam sendo medidas estavam íntegras, e de que as medidas estavam sendo feitas das suas extremidades e não de algum ponto desgastado ou quebrado, caso contrário os resultados estariam equivocados. E no caso das rochas, depois de uma acurada observação da ordem de grandeza (pequena, média e grande), foram feitas medidas de no mínimo cinco unidades de cada uma das variações de grandeza. As medidas realizadas consideraram os pontos mais extremos da rocha para identificar o comprimento (medida horizontal) e a altura (medida vertical). A observação sobre a ordem de grandeza também permitiu fazer anotações sobre a predominância de uma grandeza em detrimento de outra.

#### *a) Tijolos cerâmicos maciços*

Considerando as variáveis selecionadas e a hierarquia entre elas, foram identificados dez tipos de tijolos cerâmicos maciços na casa grande. Todos têm função estrutural ou de vedação e têm formato retangular. Mas, cada um tem uma dimensão específica que o diferencia (largura, comprimento e espessura). Observou-se ainda que essa variável, em todos os tipos de tijolos, apresenta um intervalo de variação das medidas da espessura e comprimento: por exemplo, no tipo T1 algumas unidades têm 6,5cm de espessura, outras têm 8,5cm. Já na largura, nem todos os tipos apresentam intervalo de variação, como por exemplo, os tipos T3 e T8.

Segue abaixo uma tabela resumo apresentando os dez tipos de tijolos cerâmicos maciços identificados na casa grande do engenho Monjope e as respectivas fichas de identificação.

**TABELA 06.** TABELA RESUMO DE TIPOS DE TIJOLOS IDENTIFICADOS NO LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS DA CASA GRANDE. FORAM IDENTIFICADOS TREZE TIPOS, MAS SÓ 10 TIPOS SERÃO CONSIDERADOS NO ÂMBITO DESTE TRABALHO.

TIJOLO	DIMENSÃO (cm)		COR/COMPOSIÇÃO	FORMATO	APARÊNCIA		
	ESPESSURA	COMPRIMENTO			LARGURA	FACE	ARESTA
T01	6,5-8,5	30-32,5	15-16	Branco, rosa, bege e telha	Retangular irregular	Fraturada e enrugada	Viva
T02	5,2-6	30-32,5	15,5-17	Vermelho	Retangular regular	Íntegra e enrugada	Viva
T03	7,5-9	20-21	10	Branco, rosa e cinza	Retangular regular	Fraturada e enrugada	Viva
T04	8-8,7	39,5-41,5	Não identificado	Branco e rosa	Retangular irregular	Fraturada e enrugada	Sem aresta
T05	5,5-6	26-27,5	13-14	Vermelho e amarelo	Retangular regular	Fraturada e lisa	Viva
T06	8-10	29-29,5	Não identificado	Branco e cinza	Retangular irregular	Fraturada e enrugada	Viva
T07	6-8	30-31,5	9-10	Branco, rosa, cinza e café	Retangular irregular	Fraturada e enrugada	Sem aresta
T08	5-5,5	21,5-22,5	10	Vermelho e telha	Retangular regular	Fraturada e lisa	Viva
T09	9,2-9,5	30-32,5	Não identificado	Branco e cinza	Retangular irregular	Fraturada e enrugada	Viva
T10	8-9	34-36	Não identificado	Branco e cinza	Retangular regular	Íntegra e enrugada	Viva

OS: Três tipos de tijolos não foram considerados no âmbito deste estudo: dois tijolos cerâmicos maciços decorativos, utilizados nas colunas da fachada frontal para sua ornamentação, por não ser uma alvenaria utilitária e um bloco de cimento que não será considerado neste estudo, pois a sua matéria-prima não é a argila.

### ***b) Rochas para construção civil***

Foram identificados dois tipos de rocha para construção civil nos grupos de alvenarias da casa grande a partir da verificação do acabamento da superfície e do formato do perfil. Um dos tipos tem a superfície rugosa, pela ausência de qualquer tratamento e o formato tendendo ao circular; já o outro tipo tem a acabamento regularizador e o formato mais quadrangular.

Segue abaixo a tabela resumo das características físicas das rochas identificadas. As respectivas fichas de identificação estão em anexo.

**TABELA 07.** TABELA RESUMO DE TIPOS DE ROCHAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS DA CASA GRANDE. FORAM IDENTIFICADOS DOIS TIPOS.

ROCHA PARA CONSTRUÇÃO	DIMENSÃO (cm)		ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE	FORMATO DO PERFIL
	MAIOR	MENOR		
Rocha 01	30-32,5cm	15-16cm	Rugosa ( <i>in natura</i> )	Tendendo ao circular
Rocha 02	30-32,5cm	15,5-17cm	Regular	Tendendo ao quadrangular

#### ***3.2.2.4.3 Agenciamento dos materiais construtivos***

O levantamento dos dados gerais das técnicas construtivas utilizadas nos diferentes grupos de alvenaria existentes na casa grande, considerou o agenciamento dos materiais construtivos, ou seja, a maneira como estão organizados: o posicionamento vertical e horizontal dos elementos entre si. Esse levantamento resultou na identificação de tipos de agenciamento permitindo, juntamente com os tipos de tijolos e rochas, identificar tipos de alvenaria.

#### ***a) Tipos de agenciamento***

Foi através da verificação e registro da maneira como os materiais construtivos estão organizados entre si, que foi possível identificar tipos de agenciamento de alvenarias. A organização desses materiais é feita com o auxílio das argamassas. Esse elemento permite unir os materiais construtivos tornando a estrutura um elemento único. As alvenarias foram observadas a partir de uma série de variáveis, dentre elas:

- Função da alvenaria (parede estrutural ou divisória, coluna, moldura de porta, janela ou arcada);

- Organização horizontal dos elementos (camadas de materiais construtivos sobrepostas configurando linhas);
- Distância horizontal entre os materiais construtivos dos níveis imediatamente inferiores e superiores;
- Repetição das distâncias horizontais;
- Integridade dos tijolos (inteiros, partidos, pedaços ou retraços).

Da lista apresentada acima, as variáveis consideradas mais importantes na definição de tipos foram a organização horizontal dos elementos, distância horizontal entre materiais de níveis diferentes e a sua repetição e, numa hierarquia menor, as funções da alvenaria e a integridade dos tijolos. A verificação da organização horizontal vai informar se os elementos estão alinhados entre si ou emaranhados, tipo um conglomerado; e as distâncias horizontais entre materiais de níveis diferentes permitem verificar se os elementos da alvenaria estão dispostos com traspasse entre eles, de maneira a formar uma parede mais sólida e mais estável.

Os procedimentos de levantamento utilizados para registrar os tipos de agenciamento foram realizados por apenas uma pessoa e abrangeram:

- Instrumento de medição - Trena metálica;
- Leitura da medida – Milimétrica, sem fazer arredondamentos;
- Método - Medição da distância horizontal entre tijolos de níveis diferentes, cinco unidades diferentes, no mínimo, para registrar a existência de entrelaçamento entre eles, com a realização de croquis. No caso das rochas, não foi necessário fazer essas medidas, pois as rochas estão unidas pelo contato entre elas, e a argamassa apenas preenche os vazios.

O resultado do levantamento evidenciou seis tipos de agenciamento de materiais:

- Agenciamento com amarração:
- Alinhada sem rigidez, horizontal;
- Alinhada sem rigidez, diagonal
- Alinhada com rigidez, horizontal;
- Alinhada aleatoriamente, horizontal;

- Agenciamento sem amarração;
- Agenciamento tipo conglomerado.

**TABELA 08.** TABELA RESUMO DE TIPOS DE AGENCIAMENTO IDENTIFICADOS NO LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS DA CASA GRANDE.

AGENCIAMENTO	FUNÇÃO	ORGANIZAÇÃO HORIZONTAL	DISTÂNCIA HORIZONTAL NÍVEIS DIFERENTES	REPETIÇÃO DA DISTÂNCIA HORIZONTAL EM NÍVEIS DIFERENTES	INTEGRIDADE
Agenc1	Parede estrutural ou divisória	Em linha horizontal	Variada	Sim	Inteiros e pedaços*
Agenc2	Coluna e moldura de porta, janela ou arcada	Em linha horizontal	0 ou 12cm	Sim	Inteiros e partidos**
Agenc3	Parede estrutural ou divisória	Emaranhado	Contato	Não	Inteiros, partidos, pedaços e retraços***
Agenc4	Parede estrutural ou divisória	Em linha horizontal	Variada	Não	Inteiros, partidos, pedaços e retraços
Agenc5	Coluna e moldura de porta, janela ou arcada	Em linha horizontal	0cm	Não	Inteiros
Agenc6	Parede divisória	Em linha horizontal e diagonal	Variada	Não	Inteiros e partidos**

\*Tijolos em pedaços são aqueles que estão quebrados e são aproveitados na alvenaria. Geralmente cada pedaço tem um comprimento diferente.

\*\* Tijolos partidos são aqueles que foram quebrados expressamente para compor a alvenaria. Grosso modo, todas as partes têm o mesmo comprimento.

\*\*\* Retraços de tijolos são fragmentos de pequenas dimensões que não tem mais utilidade estrutural na alvenaria.

### 3.2.2.5 Tipos de alvenaria

A identificação dos tipos de alvenaria utilizados para edificar a casa grande considerou, inicialmente, a formulação de um catálogo de tipos de alvenaria a partir dos materiais construtivos e do agenciamento. Após a identificação do catálogo de tipos de alvenaria, foi preciso verificar a existência de associação entre os tipos, ou seja, a existência de relação construtiva entre tipos.

A relação construtiva entre tipos pode acontecer quando duas alvenarias têm os mesmos materiais construtivos, porém, organizados em paginações diferentes. A relação construtiva está relacionada à função das alvenarias. Dependendo da solução mecânica necessária para cumprir determinada função, o agenciamento utilizado varia. Uma coluna exige um agenciamento de sobreposição rígida dos materiais, já uma parede pode ser feita com uma organização horizontal onde o traspasse entre os tijolos é pouco rígido. Para verificar a existência de relação, pode-se verificar ainda a distância das argamassas entre tijolos no mesmo nível (horizontal) e entre tijolos de níveis diferentes (vertical).

A identificação dos tipos de alvenaria, portanto, foi feita em duas etapas:

- Catálogo de tipos de alvenarias;
- Relações construtivas entre os tipos de alvenarias;

#### ***3.2.2.5.1 Catálogo de tipos de alvenarias***

Depois de identificados os tipos de materiais construtivos e de agenciamento, foi então elaborado um catálogo de tipos de alvenaria. Essas duas variáveis apresentaram o mesmo nível hierárquico na identificação dos tipos. Observando-se todas as alvenarias identificadas no levantamento de campo e relacionando-se os materiais construtivos (dez tipos de tijolos e dois tipos de rocha) ao agenciamento (seis tipos de agenciamento), foram identificados vinte e três tipos de alvenaria. Ver figuras no anexo.

**TABELA 09.** TABELA RESUMO DO CATÁLOGO DE TIPOS DE ALVENARIA IDENTIFICADOS NO LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS E DO AGENCIAMENTO DOS MATERIAIS DA CASA GRANDE.

ALVENARIA	TIPOS DE MATERIAL CONSTRUTIVO		TIPOS DE AGENCIAMENTO
	TIJOLO	ROCHA	
AL01	Tijolo 01	-	Agenciamento 01
AL02	Tijolo 02	-	Agenciamento 02
AL03*	Tijolo 03	-	Agenciamento 01
AL04	-	Rocha 01	Agenciamento 03
AL05	Tijolo 01, 04 e 05	-	Agenciamento 01
AL06	Tijolo 02 e 03	-	Misto do agenciamento 01 e 05
AL07	Tijolo 01, 02, 09 e 10	Rocha 02	Agenciamento 04
AL08	Tijolo 02 e 03	Rocha 01	Agenciamento 03
AL09	Bloco cimento	-	Agenciamento 01
AL10	Tijolo 05	-	Agenciamento 04
AL11	Tijolo 01 e 02	Rocha 02	Agenciamento 04
AL12	Tijolo 06	Rocha 02	Agenciamento 04
AL13	Não identificado**	-	Agenciamento 03
AL14	Tijolo 07	-	Agenciamento 01
AL15	Tijolo 08	-	Agenciamento 06
AL16	Tijolo 10	-	Agenciamento 04
AL17	Tijolo 07	-	Agenciamento 06
AL18	Tijolo 01	-	Agenciamento 02
AL19	Tijolo 01	-	Agenciamento 05
AL20	Tijolo 02	-	Agenciamento 05
AL21	Tijolo 05	-	Agenciamento 01
AL22	Tijolo 05	-	Agenciamento 02
AL23	Tijolo 01 e 02	-	Agenciamento 02

\*A alvenaria 03, apesar de utilizar o tipo de agenciamento 01, a sua função é de coluna.

\*\*Não identificado significa que o tijolo não estava inteiro e, portanto não pode ser identificado.

Considerando o levantamento dos grupos de alvenaria anterior, foi feita a distribuição dessas alvenarias pelos tipos identificados. Segue abaixo tabela e plantas baixas apresentando a distribuição dos vinte e três tipos que compõem o catálogo e as respectivas fichas de identificação.

**TABELA 010.** TABELA COM LISTA DE ALVENARIAS IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE CAMPO NA CASA GRANDE RELACIONANDO-AS AOS VINTE E TRÊS TIPOS DE ALVENARIAS.

TIPOS DE ALVENARIA	ALVENARIAS IDENTIFICADAS NO LEVANTAMENTO DE CAMPO
AL01	B01, B25, B26, B26b, B40, B63, B68, B76, B82, B87
AL02	B02, B07, B09, B16, B19, B23, B30, B37, B43, B48, B57, B64, B69, B72
AL03	B03, B60b
AL04	A01, A02, A03, A04, A06, A08, A09, A10, A11, A12, A13, A14, A15 e C02, C13
AL05	B05, B56, B86
AL06	B11, B54
AL07	B14, B27, B29, B31, B32, B33, B34, B35, B36, B55, B62, B77, B78, B79b, B80, B81, B83, B85, B88 e C01, C04, C05, C06, C07a, C07b, C08, C14, C15
AL08	A05, A07 e C03, C09, C10, C11
AL09	B21
AL10	B24, B28, B84
AL11	B45, B58, B60, B70
AL12	C12
AL13	B51
AL14	B52, B67, B73, B75
AL15	B65, B66
AL16	B79
AL17	B52b
AL18	B38, B39, B39b
AL19	B04, B06, B47, B59, B71
AL20	B10, B12, B13, B15, B17, B18, B41, B49, B46, B50, B53
AL21	B74
AL22	B44
AL23	B22

*OS. As alvenarias identificadas como B08, B42 e B61 não integram a lista acima, pois não foi possível identificar o tipo de tijolo utilizado; assim, não foi possível afiliá-las a nenhum tipo de alvenaria específico.*

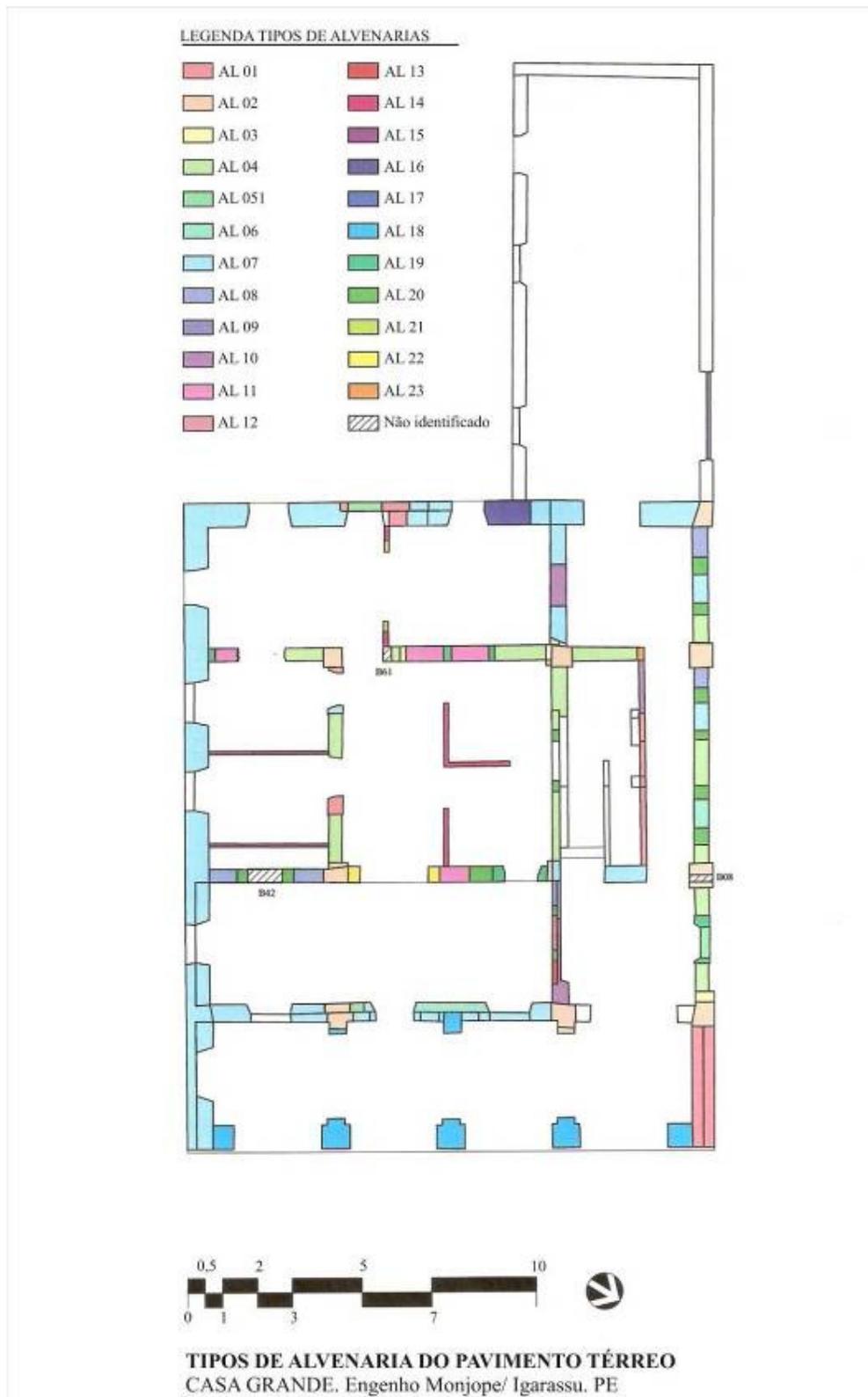
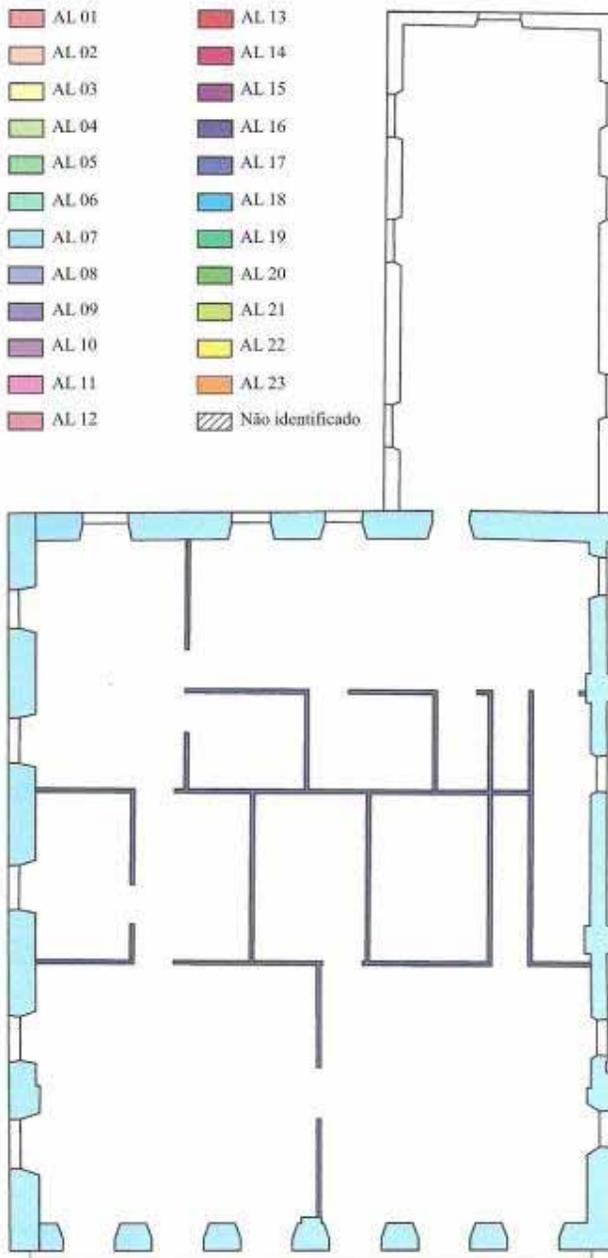


Figura 036. Planta Baixa do pavimento térreo com identificação e localização dos 23 tipos de alvenaria da casa grande sobre a base gráfica. Fonte: Figura pela autora.

LEGENDA TIPOS DE ALVENARIAS

 AL 01	 AL 13
 AL 02	 AL 14
 AL 03	 AL 15
 AL 04	 AL 16
 AL 05	 AL 17
 AL 06	 AL 18
 AL 07	 AL 19
 AL 08	 AL 20
 AL 09	 AL 21
 AL 10	 AL 22
 AL 11	 AL 23
 AL 12	 Não identificado



TIPOS DE ALVENARIA DO PAVIMENTO SUPERIOR  
CASA GRANDE, Engenho Monjope/ Igarassu, PE

Figura 037. Planta Baixa do pavimento superior com identificação e localização dos 23 tipos de alvenaria da casa grande sobre a base gráfica. Fonte: Figura pela autora.

*a) Relação construtiva entre tipos de alvenarias*

Observando os tipos de alvenaria que mantêm os mesmos tipos de materiais construtivos com diferentes paginações, verificaram-se algumas associações que precisaram ser confirmadas.

- AL01, AL18 e AL19 As alvenarias utilizam o mesmo material construtivo com diferentes paginações, variando as funções das alvenarias: parede (AL01), arcadas (AL18) e moldura de porta e janela (AL19). Verifica-se ainda que a distância das argamassas entre tijolos de níveis diferentes obedece ao mesmo intervalo: de 1cm a 3cm e que no mesmo nível obedece ao intervalo de 0,5cm a 1cm.
- AL02 e AL20 As alvenarias utilizam o mesmo material construtivo com diferentes paginações, variando as funções das alvenarias: coluna estrutural (AL02), coluna para arco de descarga e moldura de porta e janela (AL20). Verifica-se ainda que a distância das argamassas entre tijolos de níveis diferentes obedece ao mesmo intervalo: de 2,5cm a 5cm e que no mesmo nível obedece ao intervalo de 3cm a 4cm.
- AL10, AL21 e AL22 As alvenarias utilizam o mesmo material construtivo com diferentes paginações. Duas mantêm as funções de moldura de arcada (AL21 e AL22) e a AL10 tem função de parede e está fechando uma porta. Verifica-se ainda que a distância das argamassas entre tijolos de níveis diferentes obedece ao mesmo intervalo: de 2cm a 3cm e que no mesmo nível obedece ao intervalo de 1cm a 4cm.
- AL14 e AL17 As alvenarias utilizam o mesmo material construtivo com diferentes paginações, mantendo a função: parede de vedação. Não foi possível verificar a distância das argamassas entre tijolos de níveis diferentes, pois a alvenaria AL17 fica no primeiro andar e não pode ser medida.

A partir do exposto foi possível afirmar que as alvenarias AL01, AL18 e AL19 e AL02 e AL20 apresentam relações construtivas entre si. No caso das alvenarias AL10, AL21 e AL22, é possível afirmar com precisão que há relação construtiva entre as alvenarias AL10 e AL21 e entre AL10 e AL22. Porém, como há coincidência na distância das argamassas entre os tijolos tanto na vertical quanto na horizontal, e tanto a AL 21 como a AL22 estão relacionadas com a AL10, por extensão admitiu-se que há relação também entre AL21 e AL22.

No caso das alvenarias AL14 e AL17, não há variação na função das alvenarias, portanto não se pode dizer que há relação construtiva. Contudo, como não foi possível verificar concordância ou discordância entre as distâncias das argamassas pela ausência de piso no andar superior, não se pode afirmar a inexistência de relação construtiva entre as alvenarias.

#### ***3.2.2.5.2 Tipos de alvenarias existentes na edificação***

Após a verificação de associações, foram identificados os tipos de alvenaria existentes na casa grande do engenho Monjope. Ver figuras no anexo.

- AL01/AL18/AL19
- AL02/AL20
- AL03
- AL04
- AL05
- AL06
- AL07
- AL08
- AL09
- AL10/AL 21/AL22
- AL11
- AL12
- AL13
- AL14

- AL15
- AL16
- AL17
- AL23

### 3.2.3 SELEÇÃO DAS ALVENARIAS A SEREM ANALISADAS

Após a identificação do conjunto de alvenarias existente na casa grande, alguns tipos foram selecionados para análise. O objetivo foi reduzir a quantidade de alvenarias a ser objeto de estudo pormenorizado, pois o que se buscava era verificar a eficácia do método proposto. Os critérios estabelecidos para selecionar as alvenarias a serem estudadas, consideraram que as alvenarias deveriam permitir a identificação do *modus construendi* de uma comunidade, das transformações técnicas da alvenaria e dos momentos temporais das técnicas, da edificação e das maneiras de construir. Os critérios estabelecidos foram de ordem quantitativa e qualitativa:

- Alvenarias significativas na estruturação física do edifício;
- Alvenaria com elevada quantidade de metros lineares;
- Alvenarias com função estrutural;

A partir da aplicação dos critérios, observou-se que nem todos os tipos de alvenaria têm papel principal na edificação da casa. Alguns contam apenas com uma aparição em toda a construção. Para identificar a participação de todos os tipos de alvenaria na casa foi feita a quantificação das alvenarias em metro linear, por pavimento. Essa quantificação é o resultado da soma das distâncias medidas na etapa do levantamento dos Grupos de alvenaria - aferição do comprimento da alvenaria levando em conta seus pontos extremos. Segue abaixo o resultado da quantificação por pavimento.

**TABELA 011.** TABELA DAS QUANTIDADES, EM METRO LINEAR, DE ALVENARIA POR TIPO, PRESENTE NO PAVIMENTO TÉRREO DA CASA GRANDE DO ENGENHO MONJOPE. IGARASSU/PE.

ALVENARIA NO PAVIMENTO TÉRREO	QUANTIDADE DE ALVENARIA	
	METRO	%
AL01, AL18, AL19	34,19	22,80%
AL02, AL20	11,855	7,91%
AL03	0,47	0,31%
AL04	13,63	9,09%
AL05	1,89	1,26%
AL06	2,81	1,87%
AL07	42,92	28,62%
AL08	4,19	2,79%
AL09	2,52	1,68%
AL10, AL21, AL22	10,49	7,00%
AL11	3,68	2,45%
AL12	1,00	0,67%
AL13	0,67	0,45%
AL14	11,14	7,43%
AL15	5,57	3,71%
AL16	1,29	0,86%
AL17	0	0,00%
AL23	0,20	0,13%
Não identificado	1,43	0,95%
<b>TOTAL</b>	<b>294,168</b>	<b>100%</b>



Gráfico 01. Percentual de alvenaria por tipo no pavimento térreo. Fonte: Figura pela autora.

**TABELA 012.** TABELA DAS QUANTIDADES, EM METRO LINEAR, DE ALVENARIA POR TIPO, PRESENTE NO PAVIMENTO SUPERIOR DA CASA GRANDE DO ENGENHO MONJOPE. IGARASSU/PE.

ALVENARIA NO PAVIMENTO SUPERIOR	QUANTIDADE DE ALVENARIA	
	METRO	%
AL01, AL18, AL19	0	0,00%
AL02, AL20	0	0,00%
AL03	0	0,00%
AL04	0	0,00%
AL05	0	0,00%
AL06	0	0,00%
AL07	67,52	46,82%
AL08	0	0,00%
AL09	0	0,00%
AL10, AL21, AL22	0	0,00%
AL11	0	0,00%
AL12	0	0,00%
AL13	0	0,00%
AL14	0	0,00%
AL15	0	0,00%
AL16	0	0,00%
AL17	76,703	53,18%
AL23	0	0,00%
Não identificado	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>144,223</b>	<b>100%</b>

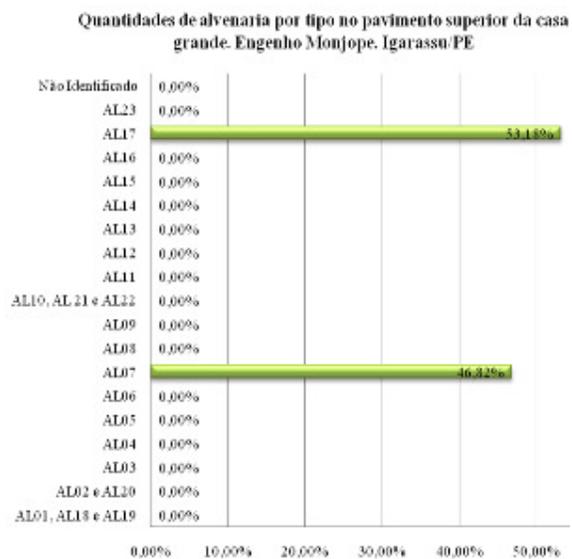
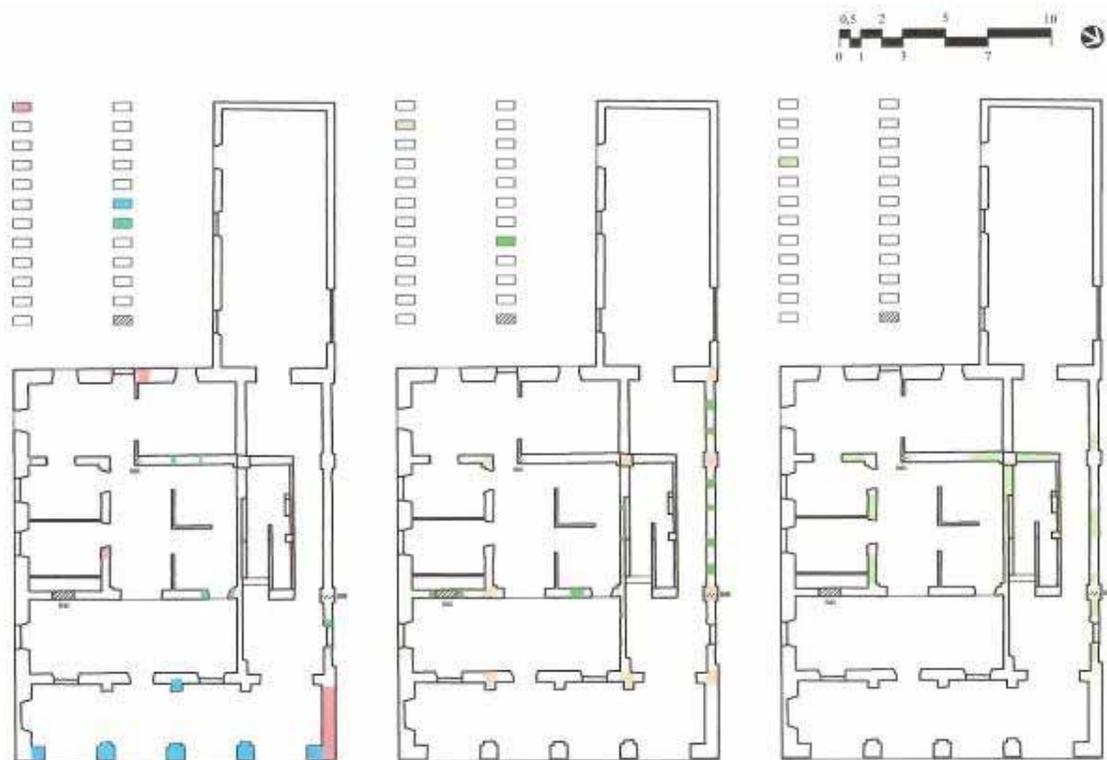


Gráfico 02. Percentual de alvenaria por tipo, no pavimento superior. Fonte: Figura pela autora.

No pavimento térreo, verificou-se uma divisão do conjunto de tipos de alvenarias em três partes. Uma parte conta, individualmente, com menos de 5 metros lineares; outra parte, de 10 a 13 metros lineares, e a última parte acima de 20 metros lineares. No pavimento superior, há apenas dois tipos de alvenarias, cada uma com mais de 60 metros lineares.

A seleção de alvenarias considerou os dois tipos de alvenarias no pavimento superior (AL07 e AL17), e no pavimento térreo, os seis tipos que contam com mais de 10 metros lineares de alvenaria (AL01/AL18/AL19, AL02/AL20, AL04, AL07, AL10/AL21/AL22 e AL14). Vale lembrar, contudo, que as alvenarias do pavimento superior não estavam acessíveis para estudo, pois não há piso no pavimento superior; desta feita, não foi selecionada a alvenaria AL17. As alvenarias selecionadas para ser objeto de estudo pormenorizado, portanto, foram:

- AL01/AL18/AL19, que será denominada ALVENARIA 01;
- AL02/AL20, que será denominada ALVENARIA 02;
- AL04, que será denominada ALVENARIA 04;
- AL07, que será denominada ALVENARIA 07;
- AL10/AL21/AL22, que será denominada ALVENARIA 10;
- AL14, que será denominada ALVENARIA 14.



#### ALVENARIA 01

Alvenaria de tijolo com fiadas amarradas e linhas de continuidade pouco rígidas entre os diferentes níveis. É comum usar de tijolos quebrados além de inteiros. É usada em paredes grossas sejam estruturais como divisórias (ex. 45 a 60cm) e em arcadas.

#### ALVENARIA 02

Alvenaria de tijolo com fiadas amarradas e com linhas rígidas de continuidade entre os diferentes níveis. É comum o uso de tijolos quebrados para garantir a rigidez das linhas entre os níveis. É utilizada em elementos estruturais como colunas.

#### ALVENARIA 04

Alvenaria de rocha sem tratamento na superfície sem fiadas e sem amarração. A união das rochas é feita como um conglomerado. As rochas são de tamanhos e formatos variados. É usada em paredes grossas (38 a 44cm) estruturais e divisórias.

### TIPO DE ALVENARIA SELECIONADAS PARA ESTUDOS COMPLEMENTARES - PAV. TÉRREO 01/02 CASA GRANDE. Engenho Monjope/ Igarassu. PE

Figura 038. Plantas de parte das alvenarias selecionadas para realização de estudos complementares: alvenarias AL01, AL02 e AL04. Fonte: Figura pela autora.



#### ALVENARIA 07

Alvenaria mista com diferentes tipos de tijolos e rocha com tratamento na superfície. As fiadas são amarradas mas sem linhas de continuidade entre os diferentes níveis. É freqüente o uso de tijolos quebrados além de inteiros e também de retraços de tijolos e rochas ao redor das rochas. É usada em paredes grossas sejam estruturais como divisórias (ex. 50 a 65cm).

#### ALVENARIA 10

Alvenaria de tijolo com fiadas amarradas de três maneiras: sem linhas de continuidade entre os diferentes níveis, com linhas pouco rígidas e com linhas rígidas. É freqüente o uso de tijolos quebrados quando é utilizada para fechar portas e é pouco freqüente quando usado para fazer arcadas. É usada em paredes de  $\frac{1}{2}$  vez (9 ou 10cm) mas também em paredes grossas (ex. 44cm).

#### ALVENARIA 14

Alvenaria de tijolo com fiadas amarradas e linhas de continuidade pouco rígidas entre os diferentes níveis. É comum usar tijolos quebrados além de inteiros. É usada em paredes de  $\frac{1}{2}$  vez (9 ou 10cm) para divisórias.

### TIPO DE ALVENARIA SELECIONADAS PARA ESTUDOS COMPLEMENTARES - PAV. TÉRREO 02/02 CASA GRANDE. Engenho Monjope/ Igarassu. PE

Figura 039. Plantas de parte das alvenarias selecionadas para realização de estudos complementares: alvenarias AL07, AL10 e AL14. Fonte: Figura pela autora.

### 3.2.4 LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS COMPLEMENTARES EM CAMPO

Essa etapa do levantamento de dados consistiu na observação de dados da matéria-prima e das técnicas construtivas. Foi estrategicamente programada para acontecer após a etapa de seleção dos elementos a serem analisados, a fim de limitar o levantamento dos dados das matérias-primas àquelas alvenarias selecionadas. Esse condicionante foi imposto pelo caráter destrutivo

desse levantamento e pelos custos financeiros de alguns exames. No caso dos dados sobre as técnicas construtivas, a identificação das alvenarias a serem estudadas na triagem permitiu a objetivação das atividades, otimizando e reduzindo o tempo de trabalho, podendo promover redução, inclusive, dos custos financeiros.

Os dados complementares são relativos às matérias primas e às técnicas construtivas.

#### **3.2.4.1 Dados das matérias-primas dos materiais construtivos e ligantes**

Realizar o levantamento de dados da matéria-prima dos materiais construtivos e ligantes permitiu obter informações sobre a composição do material e os procedimentos operacionais utilizados na sua preparação. Esses dados contribuíram para a verificação de homologia entre materiais e para conhecer a sua cadeia produtiva, permitindo uma melhor compreensão sobre a maneira como a comunidade construiu seu edifício.

Diferentemente do levantamento tridimensional e dos materiais construtivos e ligantes, os dados sobre as matérias-primas foram levantados a partir de amostras. Foram coletadas amostras para submetê-las a um conjunto de exames físico-químicos. O objetivo foi verificar o tipo de resposta que cada exame poderia fornecer e a existência de relações de complementaridade entre eles. Os exames realizados foram: Exame macroscópico, microscópico (análise petrográfica), difração por Raios-X (DRX), análise química por fluorescência por Raios-X (FRX) e datação por termoluminescência (TL).

Os procedimentos realizados para a coleta de amostras abrangeram os seguintes aspectos:

- Quantidade de amostra - foram coletados de 35 a 50g de matéria-prima para que fossem realizados exames destrutivos como FRX, DRX, TL, confecção de lâmina delgada e análise química. Essa quantidade permitiu a realização dos exames e ainda sobrou amostra.
- Quantidade de amostras por tipo de material - foram coletadas de três a quatro amostras de cada tipo de material construtivo, pois algumas vezes não havia certeza de que se tratava do mesmo material construtivo.
- Os procedimentos de coleta de amostras de tijolos, rochas e argamassas – foram retiradas amostras com auxílio de martelo de geólogo e formão de marceneiro e coletadas em recipientes plásticos, devidamente etiquetados.

- Os procedimentos de coleta de amostras de tijolos para exame de datação por TL – ocorreu após as 16h, durante o crepúsculo, com auxílio de martelo de geólogo e formão de marceneiro. Foram coletados tijolos inteiros ou quase inteiros que estivessem recobertos por reboco. O reboco e a argamassa ao redor do tijolo foram retirados para que o tijolo pudesse sair o mais inteiro possível. Os tijolos foram recobertos rapidamente com sacos plásticos preto para impedir contato com radiação solar, e foram devidamente etiquetados. Todo o procedimento foi registrado com fotografias.
- O armazenamento das amostras - foram acondicionadas em recipientes plásticos individuais e colocadas em sacos plásticos individuais junto com a etiqueta.
- O registro das amostras – considerou-se o cômodo e a alvenaria de onde foi retirada a amostra. E no registro do material coletado, foi atribuída identificação preliminar a título de hipótese a ser comprovada pelos exames.
- A submissão das amostras aos exames - junto às amostras foi entregue ao responsável pelo exame: descrição sucinta do sítio arqueológico de onde foi retirada a amostra, localização precisa de onde estava a amostra, apresentação das circunstâncias da coleta, indicando instrumentos e procedimentos (principalmente no caso das amostras para datação por termoluminescência), objetivos da realização dos exames com apresentação das hipóteses a serem confirmadas, e outras informações que podiam auxiliar o responsável a realizar o exame.

Como foi dito acima, optou-se por realizar um conjunto de exames diferentes e complementares a fim de se verificar o alcance e as limitações de seus resultados, considerando a necessidade de testar a eficácia do método proposto. A partir da experiência apresentada nesse trabalho, cada pesquisador poderá escolher os exames que melhor lhe convier, de acordo com os seus objetivos, o tempo e recursos técnicos e financeiros disponíveis.

Considerando as alvenarias selecionadas na triagem, ou seja, Alvenaria01, Alvenaria02, Alvenaria04, Alvenaria07, Alvenaria10 e Alvenaria14, as amostras foram retiradas desses materiais construtivos.

### 3.2.4.1.1 Exame macroscópico

Esse exame consistiu na observação de amostras de materiais– tijolos, rochas e argamassas – com o auxílio de lupa para verificação de algumas de suas características físicas. O objetivo foi identificar atributos que agrupam e/ou diferenciam os materiais entre si.

Os itens observados para os tijolos foram:

- Composição: composição mineralógica, grau de seleção, tamanho dos grãos, presença de antiplásticos.
- Dureza: compactidade e resistência à fratura por percussão, utilizando martelo de geólogo;
- Cor;

Para as rochas:

- Composição: composição mineralógica, tamanho e grau de arredondamento dos grãos;
- Cor;
- Textura;
- E na observação das argamassas, os itens observados foram:
- Composição: composição mineralógica, grau de seleção, tamanho dos grãos, presença de agregados e de calcita;
- Dureza: compactidade e resistência à fratura por percussão, utilizando martelo de geólogo;
- Cor;

As amostras de materiais analisadas tiveram dois objetivos: caracterizar os materiais construtivos utilizados nas Alvenaria01, Alvenaria02, Alvenaria04, Alvenaria07, Alvenaria10 e Alvenaria14 e o sedimento da margem do rio Utinga, e responder às seguintes perguntas:

- Os tijolos identificados como T01 na alvenaria AL01 e na AL07 são homólogos?
- As argamassas das alvenarias AL01, AL07 e AL14 são homólogas?
- Os tijolos identificados como T02 na alvenaria AL02 e na AL07 são homólogos?

- A relação construtiva identificada entre as alvenarias AL01 e AL07, por meio da comparação entre materiais construtivos, funções complementares e medidas das argamassas, é confirmada pela homologia entre argamassas?
- É possível afirmar que algum dos tijolos presentes nas alvenarias selecionadas foi fabricado com o sedimento das margens do rio Utinga?
- As argamassas das alvenarias AL02 e AL20 são homólogas?

Segue abaixo os resultados dos exames macroscópicos de dezoito amostras: duas de rocha, sete de tijolo, oito de argamassa e uma de sedimento da margem do rio Utinga.

*a) Tijolos*

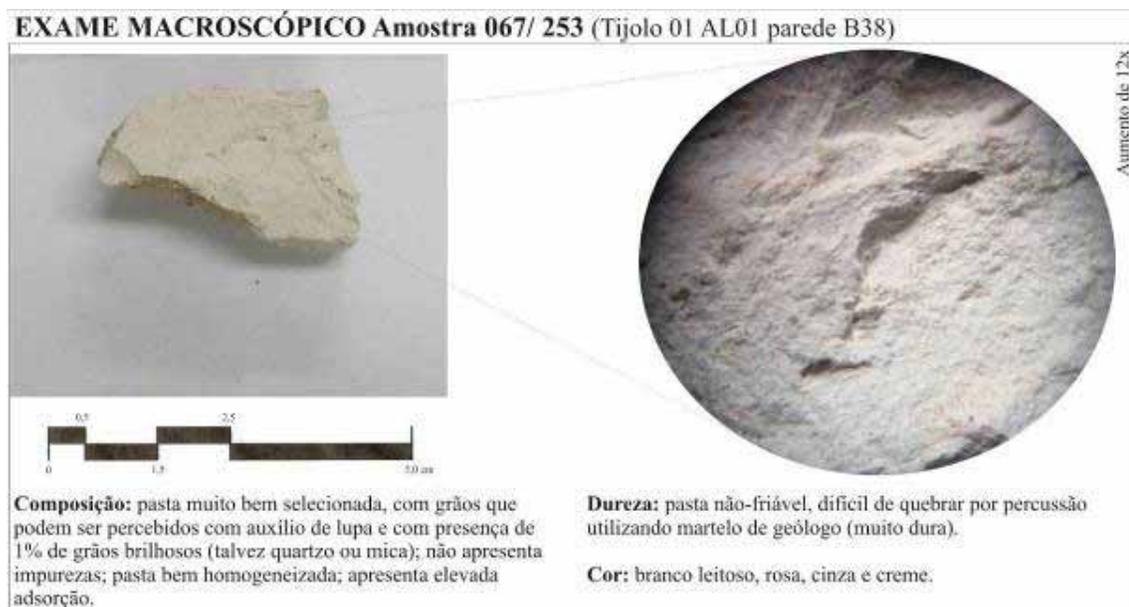


Figura 040. Resultado do exame macroscópico da amostra 067. Fonte: Figura pela autora.

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 054 (Tijolo 01 AL07 parede C15)**



Figura 041. Resultado do exame macroscópico da amostra 054. Fonte: Figura pela autora.

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 048/ 250 (Tijolo 02 AL02 parede B37)**



Figura 042. Resultado do exame macroscópico da amostra 048. Fonte: Figura pela autora.

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 089** (Tijolo 02 AL02 parede B53)



Figura 043. Resultado do exame macroscópico da amostra 089. Fonte: Figura pela autora.

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 063/243** (Tijolo 02 AL07 parede B27)

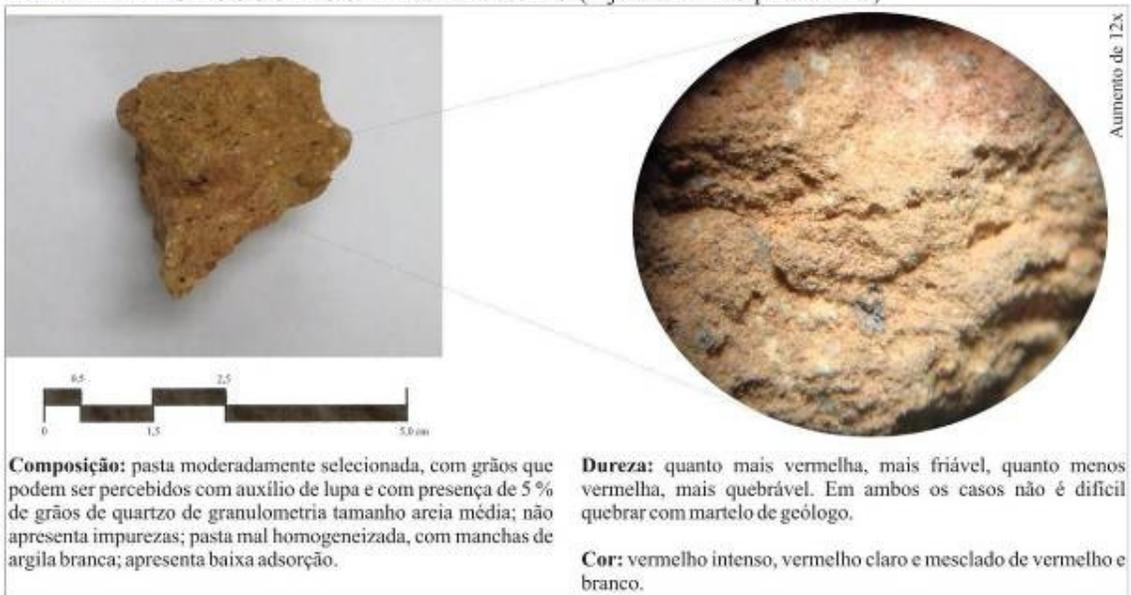


Figura 044. Resultado do exame macroscópico da amostra 063. Fonte: Figura pela autora.

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 071/ 244 (Tijolo 05 AL10 parede B44)**



Figura 045. Resultado do exame macroscópico da amostra 071. Fonte: Figura pela autora.

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 075/242 (Tijolo 07 AL14 parede B52)**



Figura 046. Resultado do exame macroscópico da amostra 075. Fonte: Figura pela autora.

**b) Rocha para construção civil**

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 078/ 260 (Rocha A108)**

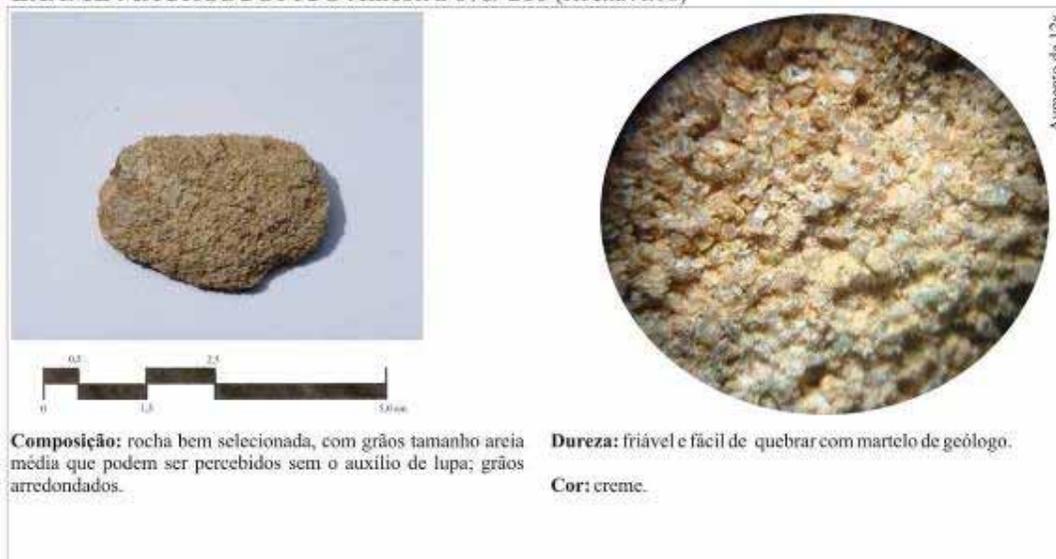


Figura 047. Resultado do exame macroscópico da amostra 078. Fonte: Figura pela autora.

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 065/ 259 (Rocha 02 A107)**



Figura 048. Resultado do exame macroscópico da amostra 065. Fonte: Figura pela autora.

c) *Argamassa de assentamento*

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 066/ 246 (Argamassa 01 Al01)**



Figura 049. Resultado do exame macroscópico da amostra 066 Fonte: Figura pela autora.

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 047 (Argamassa 02 AL02 parede B37)**



Figura 050. Resultado do exame macroscópico da amostra 047. Fonte: Figura pela autora.

### EXAME MACROSCÓPICO Amostra 088 (Argamassa 02 AL02 parede B53)

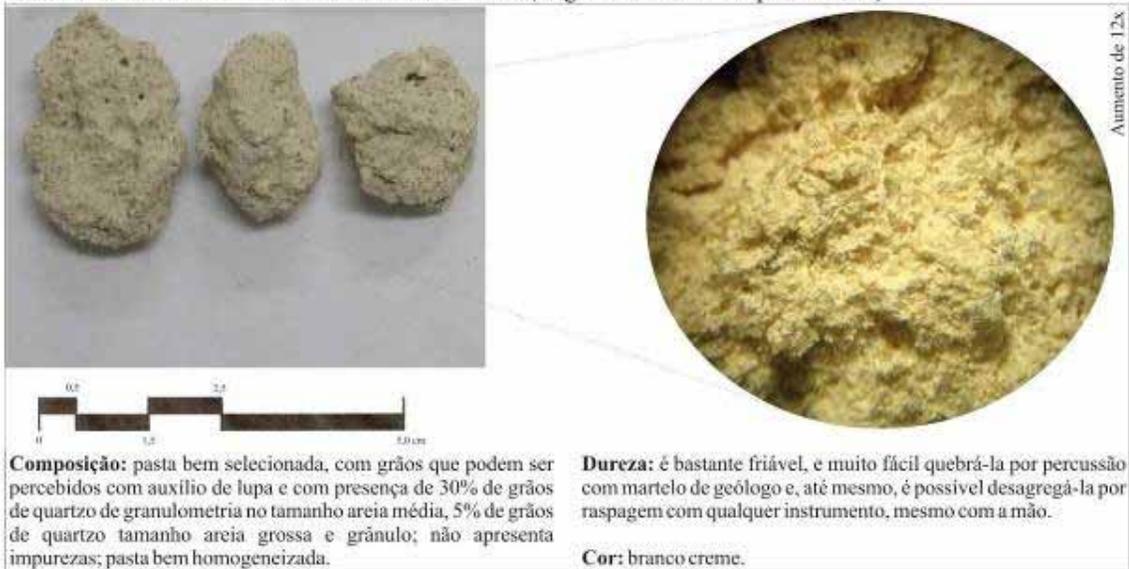


Figura 051. Resultado do exame macroscópico da amostra 088. Fonte: Figura pela autora.

### EXAME MACROSCÓPICO Amostra 092/ 252 (Argamassa 04 AL04 parede A11)

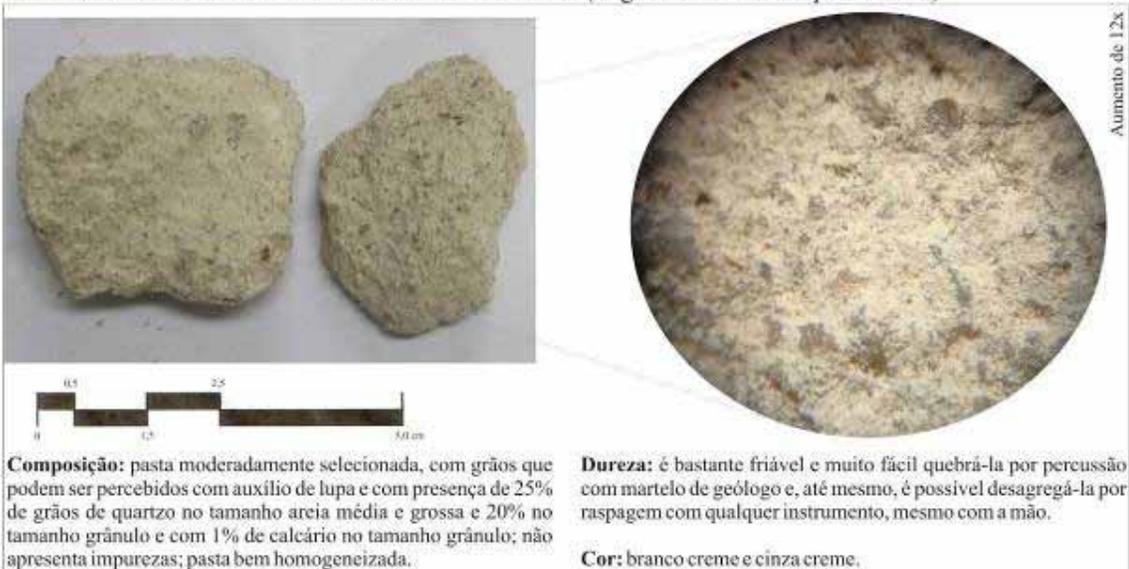


Figura 052. Resultado do exame macroscópico da amostra 092. Fonte: Figura pela autora.

### EXAME MACROSCÓPICO Amostra 061 (Argamassa 07 AL07 parede B27)



Figura 053. Resultado do exame macroscópico da amostra 061. Fonte: Figura pela autora.

### EXAME MACROSCÓPICO Amostra 070/ 261 (Argamassa 10 AL10 parede B44)



Figura 054. Resultado do exame macroscópico da amostra 070. Fonte: Figura pela autora.

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 074/ 262 (Argamassa 14 AL14 parede B52)**



Figura 055. Resultado do exame macroscópico da amostra 074. Fonte: Figura pela autora.

**d) Sedimento**

**EXAME MACROSCÓPICO Amostra 098/ 255 (Sedimento margem do rio Utinga, Igarassu/PE)**



Figura 056. Resultado do exame macroscópico da amostra 098. Fonte: Figura pela autora.

A partir dos resultados obtidos, foi possível responder a algumas das perguntas anteriormente colocadas:

- Os tijolos identificados como T01 na alvenaria AL01 e na AL07 apresentam as mesmas características de composição, dureza e cor. Com base no exame macroscópico, portanto, podem ser considerados homólogos.
- As argamassas das alvenarias AL01 e AL07 apresentam as mesmas características de composição, e a argamassa da AL14 apresenta semelhança com as anteriores. Com base no exame macroscópico, portanto, as argamassas de AL01 e AL07 podem ser consideradas homólogas mas a argamassa da AL14 não é diferente delas.
- Não é possível afirmar que os tijolos identificados como T02 nas alvenarias AL02 e AL07 sejam homólogos. Há diferença de grau de seleção, de quantidade e granulometria de antiplástico e do grau de adsorção entre todos os tijolos T02, seja o da AL02 (T02a), AL20 como AL07 (T02b).
- Há homologia entre as argamassas das alvenarias AL01 e AL07, dando suporte à hipótese de serem alvenarias complementares, juntamente com os argumentos da homologia de materiais construtivos, funções complementares e homologia das medidas das argamassas.
- Não é possível afirmar que algum dos tijolos tenha sido fabricado com essa argila. Pode-se afirmar apenas que os tijolos T01 e T07 não foram fabricados com essa argila tendo em vista a presença de 10% de grãos de quartzo tamanho areia média, item inexistente no T01 e existente em menor quantidade no T07. Quanto aos tijolos T02 e T05 estes podem ter sido feitos com essa argila.
- As argamassas das alvenarias AL02 e AL20 são semelhantes, mas não são homólogas. Ambas têm a mesma composição, sendo que uma delas conta com outros elementos diferentes. Desta feita, não é possível dizer que fazem parte da mesma alvenaria.

#### **3.2.4.1.2 Análise por DRX**

Esse exame foi realizado em alguns dos materiais construtivos das alvenarias selecionadas, uma vez que implicou na realização de procedimentos laboratoriais e precisou contar com a colaboração dos responsáveis pelos laboratórios, além de demandar tempo de preparação de amostra, realização dos exames e interpretação dos resultados.

Como já foi apresentada, a análise por DRX permite identificar os minerais que compõem a amostra, sejam os argilominerais, sejam os minerais acessórios. No caso do tijolo cozido, no entanto, a DRX não possibilita a identificação dos argilominerais que o compõe, pois a

decomposição dos cristais argilosos ocorre entre 200°C e 800°C. Especificamente, na Caolinita a transformação ocorre entre os 450°C e 600°C<sup>154</sup>. No difratograma de um tijolo cozido, portanto, não é possível identificar, com exatidão, a composição, mas pode-se conhecer (i) parte dos minerais acessórios que compuseram a massa cerâmica crua e, (ii) as relações de quantidades entre esses minerais através da intensidade dos picos. Esse exame permitiu, então, caracterizar os tijolos a partir da sua composição, mesmo que parcial, mas, principalmente, identificar a existência de semelhanças e diferenças entre os tijolos.

A seleção das amostras de materiais seguiu dois objetivos: caracterizar os materiais construtivos utilizados nas Alvenaria01, Alvenaria02, Alvenaria04, Alvenaria07, Alvenaria10 e Alvenaria14 e o sedimento da margem do rio Utinga, bem como responder as seguintes perguntas, a saber:

- A relação construtiva identificada entre as alvenarias AL01 e AL07 por meio da comparação entre materiais construtivos, funções complementares e medidas das argamassas, é confirmada pela composição mineralógica dos materiais construtivos, especificamente, tijolo T1/AL01 e T1/AL07?
- As paredes identificadas como pertencentes à alvenaria AL04 por apresentarem, aparentemente, os mesmos materiais construtivos, são do mesmo tipo de alvenaria? Suas argamassas são homólogas?
- Os tijolos T02 das alvenarias AL02 e AL07 são homólogos?

As amostras selecionadas foram analisadas do Departamento de Física da UFPE, utilizando um difratômetro Siemens D5000 com radiação de Cu,  $K\alpha = 1.5405 \text{ \AA}$ , numa varredura de  $5 < 2\theta < 30$ . Todas as amostras foram moídas em almofariz de ágata e peneiradas com malha 200 mesh.

Segue abaixo a lista de amostras enviadas para análise de DRX, com identificação do material e da localização na casa grande e dos resultados. Os difratogramas estão apresentados em anexo.

---

<sup>154</sup> Boschi.

**TABELA 013.** LISTA DAS AMOSTRAS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO (ARGAMASSA, TIJOLO E ROCHA) ENVIADAS PARA ANÁLISE DE DRX.

AMOSTRA Nº.	ORIGEM	MATERIAL	RESULTADO
047/257	AL02/	Argamassa 02	Quartzo e Calcita
085/ 254	AL04/ A03	Argamassa 04	Quartzo, Calcita e Feldspato
092/ 252	AL04/ A11	Argamassa 04	Quartzo, Calcita e Feldspato
070/ 261	AL10/ B44	Argamassa 10	Quartzo, Calcita e Mica (Muscovita)
074/ 262	AL14/ B52	Argamassa 14	Quartzo, Calcita e Caolinita
064/ 258	AL07/ B27	Rocha 01	Quartzo e Caolinita
067/ 253	AL01/ B38	Tijolo 01	Quartzo e Feldspato Potássico (microclina)
062/ 249	AL07/B27	Tijolo 01	Quartzo e Feldspato Potássico
048/ 250	AL02/ B37	Tijolo 02	Quartzo e Mica (Biotita)
063/ 243	AL07/ B27	Tijolo 02	Quartzo, Mica (Ilita), Albita e Goethita
071/ 244	AL10/ B44	Tijolo 05	Quartzo e Feldspato Potássico (microclina)
075/ 242	AL14/ B52	Tijolo 07	Quartzo e Feldspato Pagioclásio

A partir dos resultados apresentados, pode-se concluir que:

- Os tijolos identificados como T01 na alvenaria AL01 e na AL07 apresentam a mesma composição mineralógica, mas com variação nas quantidades dos minerais acessórios. Pode-se observar nas figuras abaixo que a diferença está na maior intensidade dos picos de quartzo presentes na amostra 067/253, significando que a maior intensidade do pico desse mineral está relacionada à quantidade de quartzo presente na amostra 067/253. Apesar dessa diferença, pode-se considerar que os tijolos são iguais. A variação na quantidade de quartzo da amostra pode ser resultado de processos produtivos diversos, mas também da diferente concentração desse mineral numa parte da amostra em detrimento de outras partes. Para afirmar se são iguais ou diferentes seria preciso realizar o mesmo exame em várias amostras do mesmo material e analisar o conjunto de resultados com base nos conhecimentos de estatística. Observou-se ainda que a amostra 062/249 apresenta uma parte amorfa que não é observada na amostra 067/253, como se pode verificar pela má definição do fundo.

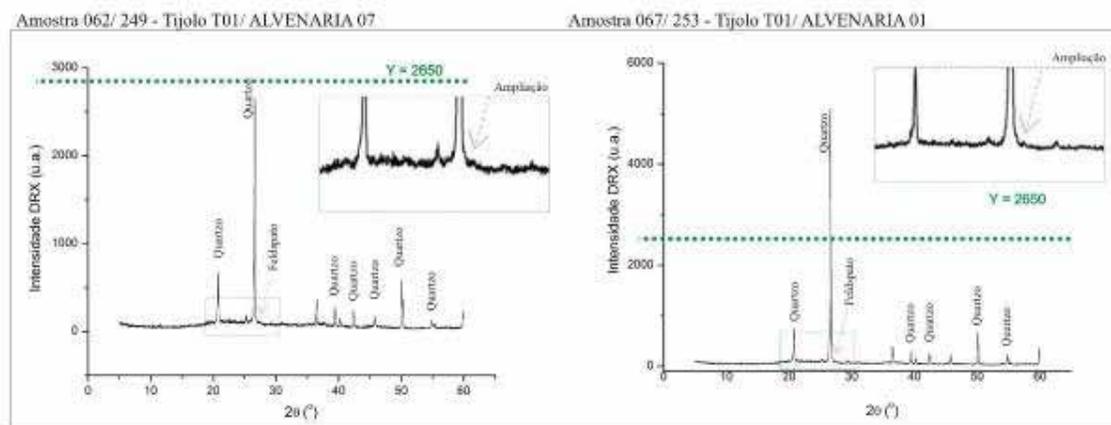


Figura 057. Comparação dos difratogramas das amostras 062/ 249 e 067/ 253 para verificação de semelhanças ou diferenças entre esses tijolos T01 das alvenarias AL01 e AL07.

- A análise das argamassas 04, presente nas paredes A11 e A03, confirma tratar-se da mesma alvenaria, uma vez que apresentam a mesma composição mineralógica, mesmo com variação nas quantidades dos minerais presentes. Essa variação pode ser resultado da diferente concentração dos minerais numa parte da amostra em detrimento de outras partes. Pode-se afirmar ainda, pela presença de quartzo ( $\text{SiO}_2$ ) e calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) na amostra, que essa é uma argamassa de areia e cal. A calcita é um mineral carbonático utilizado, dentre outras funções, até os dias de hoje, como aglomerante pela sua capacidade de desenvolver uma razoável resistência à tração e compressão quando hidratada<sup>155</sup>.

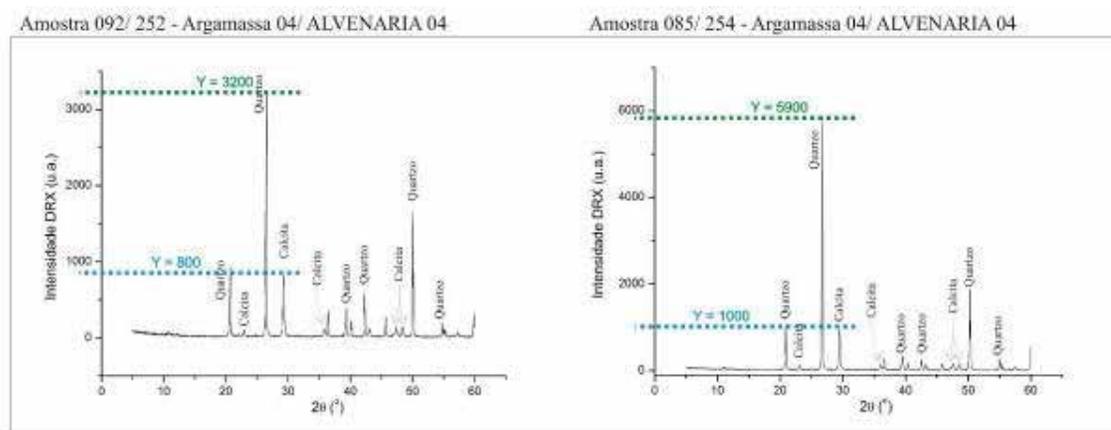


Figura 058. Comparação dos difratogramas das amostras 092/ 252 e 085/ 254 para verificação de semelhanças ou diferenças entre essas argamassas da alvenaria AL04.

<sup>155</sup> Yazigi. op.cit.. p.437-438.

- Os tijolos identificados como T02 na alvenaria AL02 (T02a) e na AL07 (T02b) não apresentam a mesma composição mineralógica. O tijolo da AL07 é composto por Quartzo, Goethita e Feldspato, já o tijolo da AL02 é composto por Quartzo e Mica.

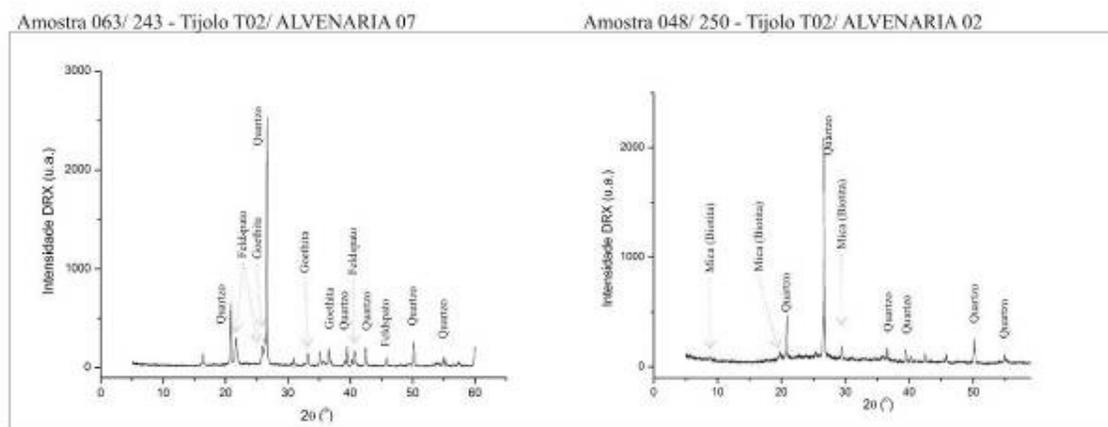


Figura 059. Comparação dos difratogramas das amostras 092/ 252 e 085/ 254 para verificação de semelhanças ou diferenças entre essas argamassas da alvenaria AL04.

### 3.2.4.1.3 Análise por FRX

O exame por FRX foi realizado apenas em alguns tijolos das alvenarias selecionadas e no sedimento do rio Utinga, pois implicou na realização de procedimentos laboratoriais e precisou contar com a colaboração dos responsáveis pelos laboratórios, além de demandar tempo de preparação de amostra, realização do exame e interpretação dos resultados.

O objetivo em realizar esse exame foi o de verificar a composição química de alguns tijolos cerâmicos maciços, tendo em vista que através da DRX não é possível identificar a presença de argilominerais, como a Caolinita. Contudo, como já foi apresentado, há diferentes sistemas de análise por FRX, o WDXRF e o EDXRF. Alguns exames foram realizados em amostras de tijolos e sedimento pelo sistema de EDXRF, significando que não foi possível identificar a presença de metais leves nas amostras. E outros exames foram realizados em outras amostras de tijolos pelo sistema de WDXRF. No caso específico dos tijolos examinados pelo sistema de EDXRF, a impossibilidade de identificar metais leves impediu a identificação do argilomineral utilizado na sua fabricação. Contudo, esses exames permitiram caracterizar os tijolos e o sedimento a partir da sua composição química, e identificar a existência de semelhanças e diferenças entre os tijolos e o sedimento retirado do rio Utinga.

Foram submetidas ao exame as amostras de tijolos e do sedimento do rio Utinga. A partir dos resultados pretende-se responder a seguinte pergunta:

- É possível afirmar que algum dos tijolos presentes nas alvenarias selecionadas foi fabricado com o sedimento das margens do rio Utinga?

Parte das amostras selecionadas foi analisada nos Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes do Departamento de Energia Nuclear – DEN, da UFPE, onde foi utilizado um sistema portátil de fluorescência de raios-X EDXRF constituído de um tubo de raios-X com alvo de tungstênio, um detector de Si, multicanal, amplificador e Notebook para aquisição de dados. Parte do material foi também analisada pelo Laboratório Núcleo de Estudos Geoquímicos e Laboratório de Isótopos Estáveis – NEG LABISE, do Departamento de Geologia da UFPE, onde foi usado um espectrômetro de fluorescência de raios-X Rigaku, modelo RIX 3000, equipado com tubo de Rh, que utiliza o sistema WDXRF.

Segue, abaixo, a lista de amostras enviadas para análise pelo sistema de EDXRF e seus resultados.

**TABELA 014.** LISTA DAS AMOSTRAS ENVIADAS PARA ANÁLISE DE FRX PELO SISTEMA DE EDXRF.

Composição	Amostras tijolos				Amostra sedimento
	075/242 T07 AL14/B52	063/ 243 T02 AL07/B27	071/244 T05 AL10/B44	062/249 T01 AL07/B27	098/255 Rio Utinga
K	K	<K	K	K	<K
Ca	Ca	<Ca	Ca	>Ca	<Ca
Ti	Ti	Ti	Ti	Ti	Ti
Cr	<Cr	<Cr	<Cr	<Cr	-
Mn	Mn	<Mn	<Mn	<Mn	-
Fe	>Fe	>Fe	>Fe	>Fe	>Fe
Sr	<Sr	<Sr	<Sr	<Sr	<Sr
Zr	Zr	<Zr	<Zr	<Zr	-

*LEGENDA: K = potássio; Ca = Cálcio; Ti = Titânio; Cr = Cromo, Mn = Manganês; Fe = Ferro; Sr = Estrôncio; e Zr = Zircônio.- = ausência; < = pouco (até 1000); K = presença (acima de 1000 e abaixo de 10000); e > = muito (acima de 10000).*

A seguir a lista de amostras enviadas para análise pelo sistema de WDXRF e seus resultados.

**TABELA 015.** LISTA DAS AMOSTRAS ENVIADAS PARA ANÁLISE DE FRX PELO SISTEMA DE WDXRF.

Composição	Amostras tijolos		
	062/249 T01 AL07/B27	089 T2 AL02/B53	075/242 T07 AL14/B52
SiO <sub>2</sub>	54.40	49.10	56.80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33.00	20.90	29.70
CaO	1.72	10.50	1.68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> T	4.07	10.30	3.41
K <sub>2</sub> O	1.56	2.13	2.07
TiO <sub>2</sub>	2.45	1.82	2.30
Cl	1.19	1.82	1.65
MgO	0.49	1.90	0.55
Na <sub>2</sub> O	0.13	0.59	1.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.21	0.40	0.18
SO <sub>3</sub>	0.25	0.23	0.12
ZrO <sub>2</sub>	0.24	0.13	0.24
SrO	0.04	0.10	0.02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	0.05	0.04
MnO	0.04	0.03	0.03
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.03	0.01
NiO	0.03	0.02	0.01
ZnO	0.01	0.01	0.01
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01
Rb <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.01
PbO	0.01	0.01	0.01
Br	tr	tr	--
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	--	tr	0.01
ThO <sub>2</sub>	tr	--	--
<b>Total</b>	99.94	100.09	100.02

A partir dos resultados apresentados foi feita uma análise em conjunto com os resultados do DRX. Foram levantadas algumas hipóteses que poderão ou não ser comprovadas, considerado os resultados de outros exames arqueométricos.

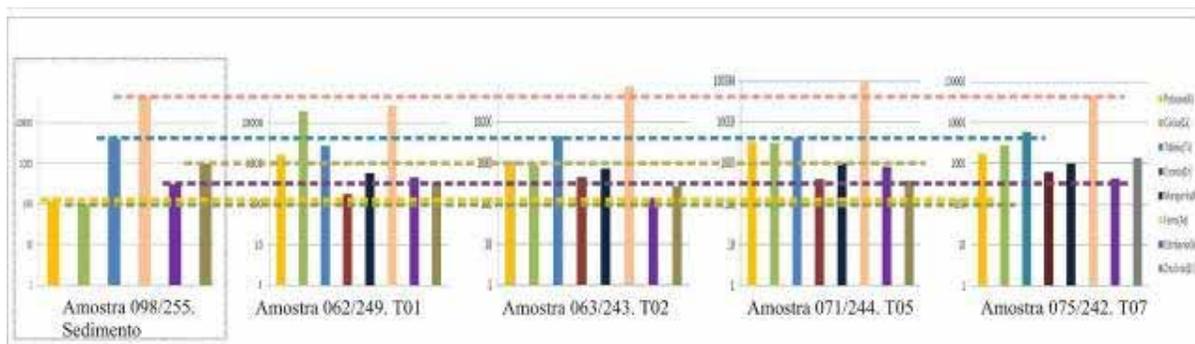


Figura 060. Comparação dos resultados das análises químicas das amostras de tijolo e do sedimento do rio Utinga para verificar se algum dos tijolos pode ter sido feito com esse sedimento.

- O sistema utilizado no exame de FRX para essas amostras não reconhece elementos leves como o alumínio, silício e oxigênio, mas considerando que na região onde se localiza o engenho Monjope as fontes de argila apresentam a mesma composição mineralógica: o argilo-mineral Caolinita e Quartzo pode-se afirmar que a argila utilizada na fabricação desses tijolos amostrados é Caolinita ( $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ ). A comprovação dessa afirmativa poderá ser feita futuramente, por exemplo, a partir de trabalhos em arqueologia experimental.
- Nos tijolos T01 e T07, a presença de K, Ti, Fe, Cr e Mn pode indicar a existência de silicatos em folha do grupo das Micas, provavelmente, Biotita ( $\text{K}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_6\text{Al}_2(\text{Fe}^{3+},\text{Al},\text{Ti})_2[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{20}](\text{OH},\text{F})_4$ ) ou Muscovita ( $\text{K}_2\text{Al}_4[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{20}](\text{OH},\text{F})_4$ ). Há biotitas ricas em Fe, outras que podem apresentar teores elevados de titânio e verifica-se também a possibilidade de ocorrerem substituições químicas na sua composição característica, a saber: (1) o Mg pode ser substituído por Mn, Al, F ou Fe; (2) e o Fe pode ser substituído por Mn<sup>156</sup>. As Muscovitas têm um teor de ferro baixo, mas entre as possíveis substituições químicas na sua composição característica, o Al pode ser substituído por Mg, Fe<sup>+2</sup>, Fe<sup>+3</sup>, Mn, Li, Cr, Ti e V<sup>157</sup>.
- Ainda nos tijolos T01 e T07, a presença de Ca, Ti, Fe, Sr e Mn pode indicar a existência de silicatos do grupo dos Feldspatos Alcalinos, provavelmente, Plagioclases (Feldspato Sódico), como a Albita ( $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]-\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ ), e a Microclina ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ),

<sup>156</sup> Deer, 1981: p. 236-241.

<sup>157</sup> Idem. p. 225-229.

(Feldspato Potássico). No grupo dos Feldspatos Alcalinos o Al pode ser substituído por Fe e Ti, e o Ca pode ser substituído por Mg, Fe<sup>2+</sup>, Sr e ocasionalmente Mn<sup>158</sup>. É importante ressaltar ainda que, a Albita apresenta ponto de fusão a 1.100°C, transformando-se em An<sub>50</sub>Ab<sub>50</sub>, em estado líquido<sup>159</sup>; e que a Microclina pode conter Ti em baixa quantidade, e Fe em quantidades consideráveis, seja como parte da estrutura ou como impureza.

- Nos tijolos T02a e T05, a presença de K, Ti, Fe, Cr e Mn pode indicar a existência de silicatos em folha do grupo das Micas, provavelmente, Muscovita (K<sub>2</sub>Al<sub>4</sub>[Si<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>20</sub>](OH,F)<sub>4</sub>). E a presença de Ca, Ti, Fe, Sr e Mn pode indicar a existência de silicatos do grupo dos Feldspatos Alcalinos, provavelmente, Plagioclases (Feldspato Sódico), como a Albita (Na[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]-Ca[Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>]), e a Microclina (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), (Feldspato Potássico).
- Ainda, nos tijolos T02a e T05, a elevada presença de Fe e a cor vermelha dos tijolos podem indicar a existência de Não Silicatos do Grupo dos Hidróxidos, provavelmente, Goethita (FeO,OH- $\alpha$ ). Nesse mineral, o Fe pode ser substituído por Mn<sup>3+</sup>.
- A partir dos resultados da FRX dos tijolos e sedimentos, não há elementos suficientes que permitam afirmar que o sedimento tenha sido matéria-prima para a fabricação de qualquer dos tijolos analisados.

#### **3.2.4.1.4 Datação por TL**

A datação por termoluminescência foi realizado em alguns tijolos cerâmicos maciços das alvenarias selecionadas. Esse exame implicou na realização de preparação de amostras em laboratório e precisou contar com a colaboração dos responsáveis pelos laboratórios.

Através da TL seria possível conhecer a idade em que os tijolos foram queimados auxiliando na identificação das cronologias construtivas absolutas da estrutura estudada. Nos casos em que as curvas de emissão de TL não estivessem muito nítidas, dificultando a leitura da intensidade, acreditava-se que poderia ser feito, por comparação, a datação relativa dos tijolos. A sobreposição das curvas de emissão poderia indicar quais tijolos teriam doses

---

<sup>158</sup> Ibidem. p. 324-330.

<sup>159</sup> Ibidem. p. 345.

maiores de energia acumulada e quais teriam as menores doses, permitindo concluir que o de maior dose seria mais antigo e assim sucessivamente, uma vez que a *taxa de dose anual* pode ser considerada a mesma para todos os tijolos.

As datas resultantes dos exames para cada tijolo estão estendidas para as paredes. Ou seja, o tijolo mais antigo será elemento construtivo da alvenaria mais antiga e assim sucessivamente. Essa extensão pode ser feita, pois as alvenarias selecionadas para o estudo são quantitativamente mais significativas para a edificação indicando que são pequenas as chances de reaproveitamento de materiais construtivos de alvenarias anteriores.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes do Departamento de Energia Nuclear – DEN, da UFPE, utilizando uma leitora TL Harshaw modelo 3500, com fluxo contínuo de nitrogênio usando uma taxa de aquecimento de 4°C/s.

Foram submetidos ao exame todos os tijolos presentes nas alvenarias selecionadas para estudo: T1, T2, T5 e T7, incluindo os tijolos T1 e T2 de diferentes alvenarias, a saber, AL01, AL2 e AL07.

**TABELA 016.** LISTA DAS AMOSTRAS DE TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS DAS ALVENARIAS DA CASA GRANDE ENVIADAS PARA DATAÇÃO POR TL.

AMOSTRA N°.	ORIGEM	MATERIAL
099	AL21/ B74	Tijolo 05
0100	AL14/ B52	Tijolo 07
0101	AL07/ C15	Tijolo 02b
0102	AL07/ C15	Tijolo 01
0103	AL02/ B72	Tijolo 02a
0104	AL01/ B38	Tijolo 01

O resultado dos exames evidenciou que em nenhuma das amostras a curva de emissão da luminescência, à temperatura de 325°C e 375°C, apresentou intensidade possível de ser captada pelo equipamento, significando que não há como saber a idade em que os tijolos foram submetidos à queima. E como todas as curvas estão praticamente sobrepostas, não há também a possibilidade de realizar uma datação relativa desses tijolos.

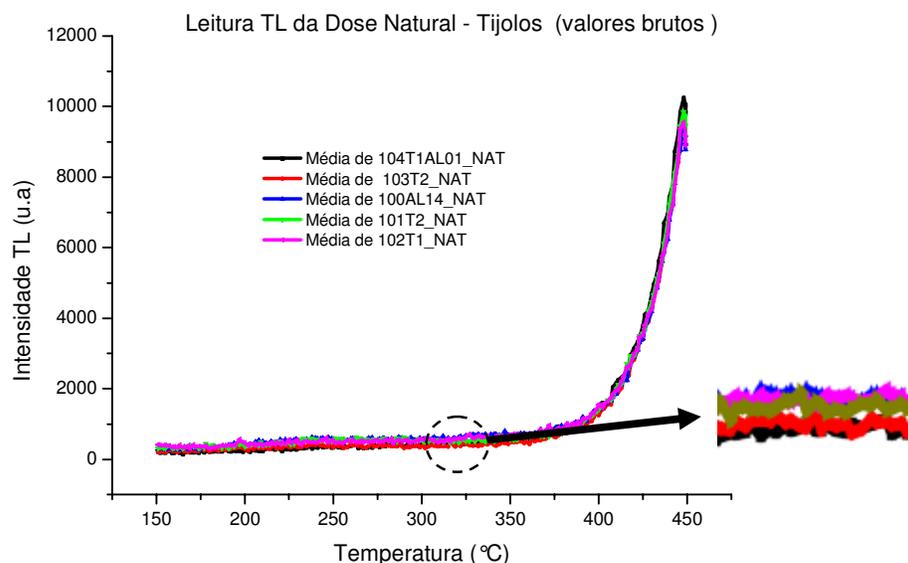


Figura 061. Resultado das curvas de emissão de TL de todas as amostras submetidas ao exame. As curvas além de sobrepostas não permitiram a leitura da intensidade.

É preciso, contudo, ressaltar que a ausência de intensidade da *dose de energia acumulada* não significa que os tijolos sejam muito jovens. Duas causas podem ter contribuído para os resultados: tanto a *taxa de dose anual* do local da edificação não deve ter sido suficientemente alta para permitir o acúmulo de energia, quanto os tijolos da edificação devem ter sido expostos à luz, ao longo dos séculos, interferindo na quantidade de energia acumulada.

### 3.2.4.2 Dados do agenciamento das alvenarias

O levantamento de dados do agenciamento das alvenarias é a verificação de como os materiais estão dispostos entre si, verticalmente e horizontalmente. A partir desses dados será possível conhecer a maneira como a parede foi construída e os instrumentos utilizados. O levantamento realizado contou com duas pessoas e adotou os seguintes procedimentos:

- Instrumento de medição – Grade metálica quadrada, de 1mx1m, com cordas verticais e horizontais a cada 10cm, máquina fotográfica digital para fotos de boa resolução, tripé para máquina, trena, fio de prumo e nível de pedreiro;
- Leitura da medida – Milimétrica, sem fazer arredondamentos;
- Método – em campo, fixação da grade metálica na alvenaria (com prego), nivelada. Fotografia da grade na parede em boa resolução; verificação do prumo da parede, no

mínimo, em três locais (nos cantos e no centro) e no caso em que não estiver no prumo, medição da distância até a parede. E verificação do prumo dos materiais entre si, medindo a distância de cada material até a linha de prumo. Em laboratório, desenho sobre um papel onde está reproduzida a grade metálica, na escala de 1/7,5, os materiais construtivos e sua disposição na parede. Esse método deve ser repetido, no mínimo, três vezes para cada tipo de alvenaria, em três diferentes paredes.



Foto 012. Grade metálica quadrada, de 1mx1m, com cordas verticais e horizontais a cada 10cm, que permite realizar o levantamento do agenciamento das alvenarias com precisão e velocidade, em campo ou no laboratório. Fonte: Foto pela autora.

A partir do levantamento dos dados, pode-se conhecer a situação de prumo e/ou desaprumo dos materiais entre si e das paredes. Já o alinhamento e nivelamento só poderão ser conhecidos após a realização da representação das alvenarias em desenho. A seguir os resultados sobre o prumo.

Após o registro das alvenarias, o desenho será a base sobre a qual será feito o levantamento do agenciamento, ou seja, a verificação da existência de alinhamento e nivelamento entre os materiais.

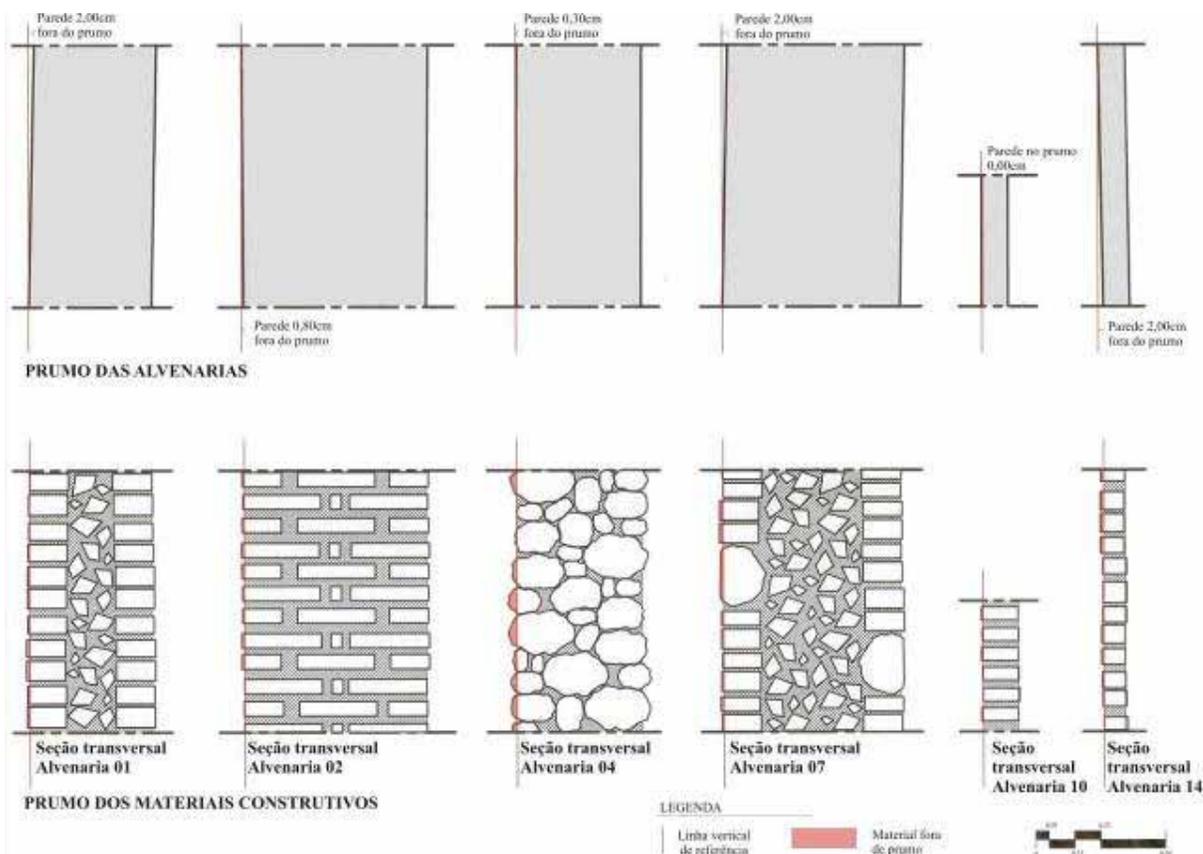


Figura 062. Verificação do prumo das alvenarias e dos materiais construtivos a partir da marcação de uma linha contínua vertical e identificação da distância dos materiais até essa linha. Fonte: Figura pela autora.

#### 3.2.4.2.1 Alinhamento das fiadas

Consiste na verificação da disposição dos materiais em linhas. Foram definidos cinco graus de alinhamento pelas diferentes quantidades de não coincidências de eixos, a saber:

- Alinhada;
- Razoavelmente alinhada;
- Pouco alinhada;
- Mal alinhada; e
- Ausência de alinhamento

A observação foi realizada da seguinte maneira:

- Instrumento de medição – computador e software de desenho do tipo CorelDraw;

- Leitura da medida – Milimétrica, sem fazer arredondamentos;
- Método – marcação de linhas tracejadas no eixo dos materiais e identificação de unidades de materiais que estejam em posição diagonal à linha de referência.

**ALINHAMENTO DOS MATERIAIS EM FIADAS**

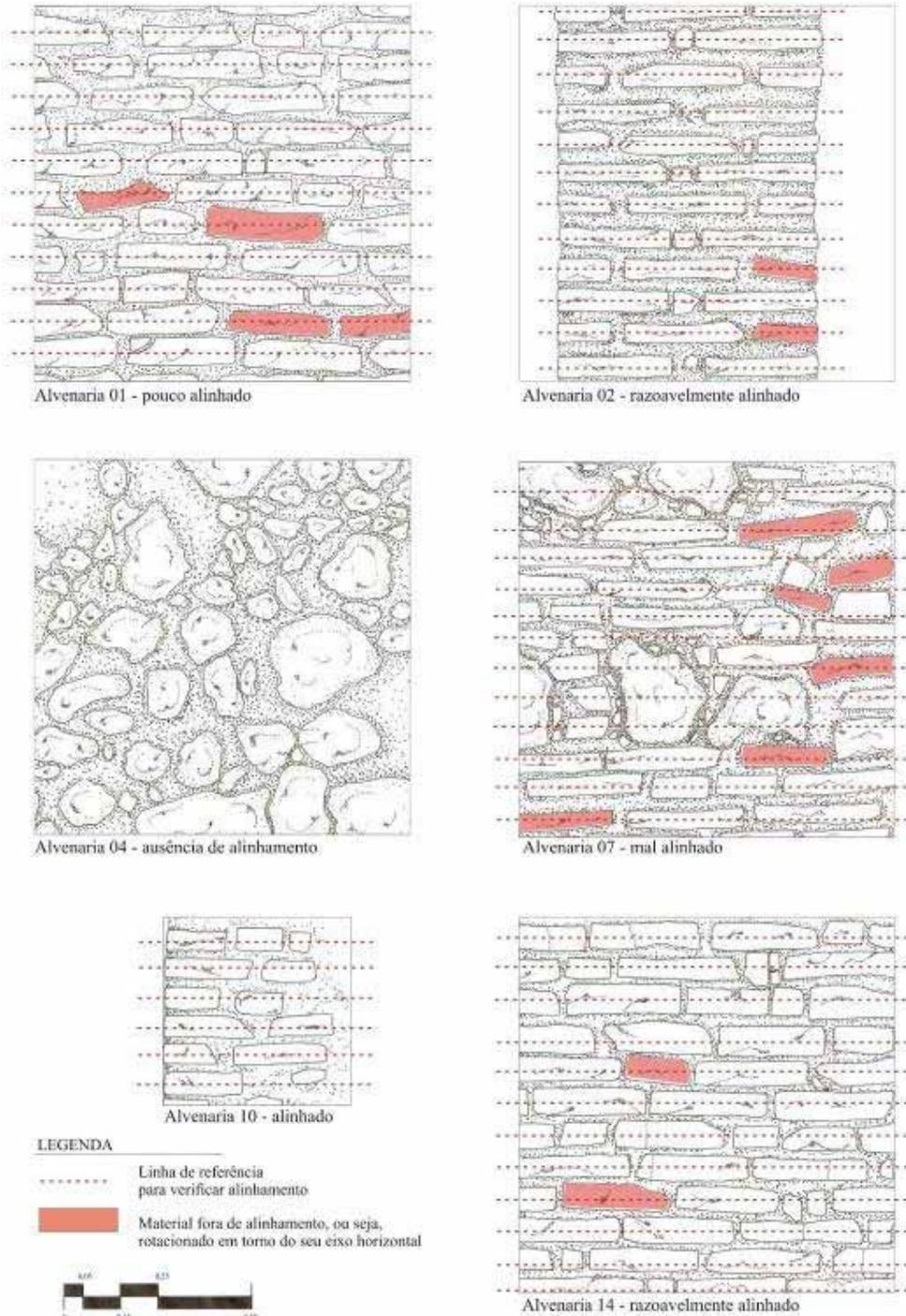


Figura 063. Resultado da verificação do alinhamento dos materiais construtivos em fiadas a partir da marcação de linhas tracejadas no eixo dos materiais e identificação de unidades que estejam em posição diagonal à linha de referência. Fonte: Figura pela autora.

#### 3.2.4.2.2 *Nivelamento das fiadas*

Verificar o nivelamento de uma alvenaria subentende a existência da organização dos materiais em linhas. Esse levantamento, portanto, consiste na verificação do posicionamento dos materiais sobre e sob linhas. Assim como o alinhamento, foram definidos cinco graus de nivelamento pelas diferentes quantidades em que os materiais cortam as linhas de referência de nível, a saber:

- Nivelada;
- Razoavelmente nivelada;
- Pouco nivelada;
- Mal nivelada; e
- Ausência de nivelamento

A observação foi realizada da seguinte maneira:

- Instrumento de medição – computador e software de desenho do tipo CorelDraw;
- Leitura da medida – Milimétrica, sem fazer arredondamentos;
- Método – marcação de linhas tracejadas na parte imediatamente inferior e superior do material construtivo e identificação das partes dos materiais que estão acima e abaixo da linha de referência.

O resultado do levantamento está apresentado a seguir.

## NIVELAMENTO DOS MATERIAIS EM FIADAS

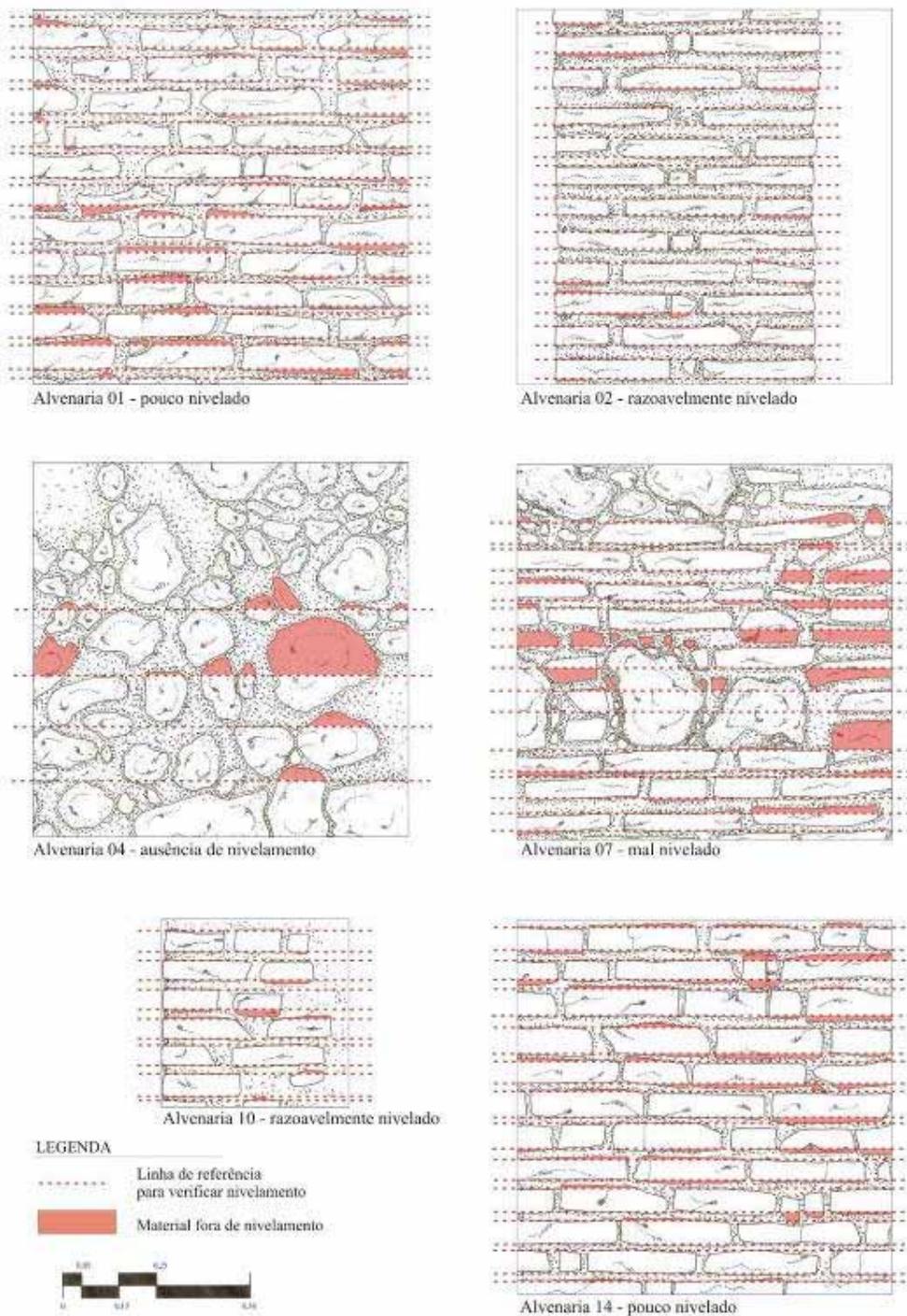


Figura 064. Verificação do nivelamento dos materiais construtivos em fiadas a partir da marcação de linhas tracejadas na parte imediatamente inferior e superior do material construtivo e identificação das partes dos materiais que estão acima e abaixo das linhas de referência. Fonte: Figura pela autora.

### 3.2.5 ANÁLISE DOS DADOS

Uma vez levantados os dados necessários, partiu-se para identificação de aspectos das cadeias operatórias dos materiais construtivos e ligantes, da alvenaria e da edificação. Essas informações, por sua vez, permitirão compreender o *modus construendi* das comunidades que executaram as seis alvenarias selecionadas, e talvez a cronologia construtiva da edificação.

Os dados levantados foram comparados aos dados das cadeias operatórias que estão normatizados. O objetivo foi compreender as ações realizadas e as não realizadas a partir da observação dos objetos estudados.

Os materiais e alvenarias analisadas foram:

---

<b>Tijolos</b>	– T01
	– T02a e T02b
	– T05
	– T07

---

<b>Rochas</b>	– Rocha01
	– Rocha02

---

<b>Argamassas</b>	– Argamassa01
	– Argamassa02
	– Argamassa04
	– Argamassa07
	– Argamassa10
	– Argamassa14

---

<b>Alvenarias</b>	– AL01
	– AL02
	– AL04
	– AL07
	– AL10
	– AL14

---

### 3.2.5.1 Cadeias operatórias

#### 3.2.5.1.1 Materiais construtivos e ligantes

##### a) Tijolos

	Matéria prima	Instrumentos	Mão de obra
<b>T01</b> Das alvenarias AL01 e AL07	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pasta composta pelo argilomineral Caolinita, sem antiplástico, e livre de impurezas.</li> <li>– A argila apresenta características refratárias, ou seja, suporta elevadas temperaturas de cozimento, explicando porque a elevada quantidade de Fe presente no tijolo (4%) não o coloriu de vermelho (em 1150°C o óxido de ferro se decompõe).</li> <li>– Essa argila pode ter sido coletada em quatro diferentes fontes de argila refratária, duas localizadas a até 1km do Engenho e duas localizadas até 2km. Todas as quatro localizadas nas margens do rio Monjope, em Igarassu/PE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– A moldagem do tijolo foi feita em formas com dimensão média de 6,5cm de espessura, 30cm de comprimento e 15cm de largura, variando a espessura em 30,7%, a largura em 6,6% e o comprimento em 8,3%. Essa diferença na variação indica que não foi produto da secagem, já que a variação pela secagem é de 8% a 12%<sup>160</sup>. Há variação na dimensão das formas, principalmente na espessura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– A moldagem dos tijolos não utilizou formas limpas, o enrugamento da face demonstra que no molde havia fragmentos de argila ressecada.</li> <li>– A secagem não foi feita em local limpo, pois a camada externa do tijolo está impregnada de impurezas e fragmentos de rocha e cerâmica.</li> <li>– Houve manuseio do tijolo úmido, pois há afundamentos no tijolo, produto das pontas dos dedos;</li> <li>– O formato irregular e as gretas na superfície indicam ter havido deformação e rachadura, seja na secagem, talvez por excesso de umidade na pasta, ou pelo pequeno tamanho dos grãos com secagem rápida, seja da queima talvez pela peça apresentar umidade diferencial ou pelo forno apresentar calor diferencial.</li> </ul>
<b>T02a</b> Da alvenaria AL02	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pasta composta pelo argilomineral Caolinita, e pela Mica, com aproximadamente 10% de antiplástico (areia média) com presença de impurezas.</li> <li>– São várias as possíveis fontes de argila de queima vermelha, todas provenientes da Formação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– A moldagem do tijolo foi feita em formas com dimensão média de 5,2cm de espessura, 30cm de comprimento e 15,5cm de largura, variando a espessura em 15,3%, a largura em 9,6% e o comprimento em 8%. Essa diferença na variação indica que não foi produto da secagem, já que a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– A pasta é mal homogeneizada permitindo visualizar dois tipos de materiais, uma argila de queima vermelha e uma de queima branca.</li> <li>– A moldagem dos tijolos não utilizou formas limpas, o enrugamento da face demonstra que no molde havia fragmentos de argila ressecada.</li> </ul>

<sup>160</sup> Andrade. op.cit. p. 20.

	<p>Barreiras e indicadas para aterro. Apenas uma está a até 1km de Monjope e duas estão a até 2km, as demais localizam-se entre 3km e 5km.</p> <p>– O antiplástico pode ter sido colhido em lavras de Terraço Marinho considerando que o maior grão é o de tamanho areia e que há um percentual de feldspato elevado que pode ser a soma do feldspato da areia e da argila que não foram fundidos. Há duas fontes dessa areia a 2km e outras cinco entre 3km e 5km do Engenho.</p>	<p>variação pela secagem é de 8% a 12%. Há variação na dimensão das formas, principalmente na espessura.</p>	<p>– Percebe-se eventual formato irregular indicando ter havido deformação, possivelmente na secagem por ação de secagem diferencial, talvez por ter sido colocado sobre madeira ou outro material que absorve ou retém a umidade numa velocidade diferente da superfície em contato com o ar.</p>
<p><b>T02b</b> Da alvenaria AL07</p>	<p>– Pasta composta pelo argilomineral Caolinita, e pelo Feldspato e Goethita, com aproximadamente 5% de antiplástico (areia média) sem impurezas.</p> <p>– São várias as possíveis fontes de argila de queima vermelha, todas provenientes da Formação Barreiras e indicadas para aterro. Apenas uma está a até 1km de Monjope e duas estão a até 2km, as demais localizam-se entre 3km e 5km.</p> <p>– O antiplástico pode ter sido colhido em lavras de Terraço Marinho considerando que o maior grão é o de tamanho areia e que há um percentual de feldspato elevado. Há duas fontes dessa areia: a 2km e outras cinco entre 3km e 5km do Engenho.</p>	<p>– A moldagem do tijolo foi feita em formas com dimensão média de 5,2cm de espessura, 30cm de comprimento e 15,5cm de largura, variando a espessura em 15,3%, a largura em 9,6% e o comprimento em 8%. Essa diferença na variação indica que não foi produto da secagem, já que a variação pela secagem é de 8% a 12%. Há variação na dimensão das formas, principalmente na espessura.</p>	<p>– A pasta é mal homogeneizada permitindo visualizar dois tipos de materiais, uma argila de queima vermelha e uma de queima branca.</p> <p>– A moldagem dos tijolos não utilizou formas limpas, o enrugamento da face demonstra que no molde havia fragmentos de argila ressecada.</p> <p>– Percebe-se eventual formato irregular indicando ter havido deformação, possivelmente na secagem por ação de secagem diferencial, talvez por ter sido colocado sobre madeira ou outro material que absorve ou retém a umidade numa velocidade diferente da superfície em contato com o ar.</p>
<p><b>T05</b> Da alvenaria AL10</p>	<p>– Pasta composta pelo argilomineral Caolinita, e pelo Feldspato, com antiplástico entre 5% e 10% (areia média) com presença de impurezas.</p> <p>– São várias as possíveis fontes de argila de queima vermelha, todas provenientes da Formação Barreiras e indicadas para aterro. Apenas uma está a até 1km de Monjope e duas estão a até 2km, as demais localizam-se entre 3km e 5km.</p> <p>– O antiplástico pode ter sido colhido em lavras de Terraço Marinho considerando que o maior grão é o de tamanho areia e que há um percentual de feldspato elevado. Há duas fontes dessa areia a 2km e outras cinco entre 3km e 5km do Engenho.</p>	<p>– A moldagem do tijolo foi feita em formas com dimensão média de 5,5cm de espessura, 26cm de comprimento e 13cm de largura, variando a espessura em 10%, a largura em 7,3% e o comprimento em 5,7%. Essa diferença na variação indica que não foi produto da secagem, já que a variação pela secagem é de 8% a 12%. Há variação na dimensão das formas, principalmente na espessura.</p>	<p>– A pasta é homogeneizada.</p> <p>– A moldagem dos tijolos pode ter utilizado formas limpas, pois a superfície mais lisa demonstra que no molde não deveria ter fragmentos de argila ressecada.</p>

<p><b>T07</b> Da alvenaria AL14</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasta composta pelo argilomineral Caolinita, e pelo Feldspato, com aproximadamente 1% de antiplástico (areia média) sem impurezas.</li> <li>- São várias as possíveis fontes de argila de queima vermelha, todas provenientes da Formação Barreiras e indicadas para aterro. Apenas uma está a até 1km de Monjope e duas estão a até 2km, as demais localizam-se entre 3km e 5km.</li> <li>- O antiplástico pode ter sido colhido em lavras de Terraço Marinho considerando que o maior grão é o de tamanho areia e que há um percentual de feldspato elevado que pode ser a soma do feldspato da areia e da argila que não foram fundidos. Há duas fontes dessa areia a 2km e outras cinco entre 3km e 5km do Engenho.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A pasta é muito bem homogeneizada.</li> <li>- A moldagem dos tijolos não utilizou formas limpas, há enrugamento da face demonstrando que no molde havia fragmentos de argila ressecada.</li> <li>- As gretas na superfície indicam ter havido rachadura talvez na secagem, talvez pelo excesso de umidade na pasta.</li> </ul>	
---	---	---	--

A partir dos dados apresentados pode-se afirmar que os tijolos T01 das alvenarias AL01 e AL07 são homogêneos e que o tijolo T02a da alvenaria AL02 é diferente do tijolo T02b da alvenaria AL07.

**b) Rochas**

	Materia prima	Instrumentos	Mão de obra
<p><b>Rocha01</b> Da alvenaria AL04</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arenito bege e roxo, composto de Quartzo e Caolinita, bem selecionado com grãos no tamanho areia média, arredondados, e grãos no tamanho areia grossa, pontiagudos, respectivamente.</li> <li>- Rochas usadas em tamanhos e formatos irregulares, desde 6,5cm a 35cm de comprimento e com superfície rugosa.</li> <li>- No entorno no Engenho, do limite externo dos Terraços Marinhos até 3km, na área da Formação Beberibe há arenitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os instrumentos para corte de rocha não precisam permitir precisão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Podem ter sido coletadas em fragmentos ou cortadas irregularmente para diminuição do tamanho.</li> <li>- Não houve tratamento de regularização da superfície.</li> </ul>

<b>Rocha02</b> Da alvenaria AL07	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arenito bege e roxo, bem selecionado com grãos no tamanho areia média, arredondados, e grãos no tamanho areia grossa, pontiagudos, respectivamente.</li> <li>- Rochas usadas em tamanhos e formatos irregulares, desde 10cm a 35cm de comprimento e com superfície alisada.</li> <li>- No entorno no Engenho, do limite externo dos Terraços Marinhos até 3km, na área da Formação Beberibe há arenitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os instrumentos para corte de rocha permitem precisão.</li> <li>- Não houve tratamento de regularização da superfície.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Podem ter sido coletadas em fragmentos ou cortadas irregularmente.</li> </ul>
--	--	--	--

**c) Argamassas de assentamento**

	Matéria prima	Instrumentos	Mão de obra
<b>Arg.01</b> Da alvenaria AL01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mistura que conta em sua composição com 30% de Quartzo no tamanho areia média e 3% de calcário no tamanho grânulo, sem impurezas.</li> <li>- A areia média pode ter sido obtida em lavras de Terraço Marinho considerando que o maior grão é o de tamanho areia. Há duas fontes dessa areia a 2km e outras cinco entre 3km e 5km do Engenho.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toda argamassa é composta por uma mistura de materiais com o objetivo de obter a solidificação dos materiais construtivos em alvenaria. Para isso é preciso dosar as quantidades dos componentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A pasta é bem homogeneizada apesar dos grânulos de calcário.</li> </ul>
<b>Arg.02</b> Da alvenaria AL02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mistura é composta de Quartzo e Calcita (areia e cal) e conta com 30% de grãos de quartzo no tamanho areia média, 10% no tamanho seixo, e sem impurezas.</li> <li>- As areias, nos tamanhos médio e seixo, podem ter sido obtidas em lavras da Formação Barreiras. Há duas fontes dessa areia, uma a 2km e outra a 5km do Engenho.</li> <li>- Vê-se que os grãos de quartzo apresentam-se angulosos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toda argamassa é composta por uma mistura de materiais com o objetivo de obter a solidificação dos materiais construtivos em alvenaria. Para isso é preciso dosar as quantidades dos componentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A pasta é bem homogeneizada.</li> </ul>
<b>Arg.04</b> Da alvenaria AL04	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mistura é composta de Quartzo, Calcita e feldspato (areia e cal) e conta com 25% de grãos de quartzo no tamanho areia média e grossa, 20% no tamanho grânulo e 1% de calcário no tamanho grânulo, e sem impurezas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toda argamassa é composta por uma mistura de materiais com o objetivo de obter a solidificação dos materiais construtivos em alvenaria. Para isso é preciso dosar as quantidades dos componentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A pasta é bem homogeneizada.</li> </ul>

	<p>– As areias nos tamanhos médio, grossa e grânulo podem ter sido obtidas em lavras da Formação Barreiras. Há duas fontes dessa areia, uma a 2km e outra a 5km do Engenho.</p>
<p><b>Arg.07</b> Da alvenaria AL07</p>	<p>– Mistura que conta em sua composição com 30% de Quartzo, no tamanho areia média, e 3% de calcário no tamanho grânulo, sem impurezas. – A areia média pode ter sido obtida em lavras de Terraço Marinho considerando que o maior grão é o de tamanho areia. Há duas fontes dessa areia a 2km e outras cinco entre 3km e 5km do Engenho.</p> <p>– Toda argamassa é composta por uma mistura de materiais com o objetivo de obter a solidificação dos materiais construtivos em alvenaria. Para isso é preciso dosar as quantidades dos componentes.</p>
<p><b>Arg.10</b> Da alvenaria AL10</p>	<p>– Mistura é composta de Quartzo, Calcita e Mica (areia e cal) e conta com 30% de grãos de quartzo no tamanho areia grossa, 5% no tamanho grânulo e 10% de calcário, no tamanho areia grossa, grânulo e seixo, e com presença de impurezas. – As areias nos tamanhos grossa e grânulo podem ter sido obtidas em lavras da Formação Barreiras. Há duas fontes dessa areia, uma a 2km e outra a 5km do Engenho.</p> <p>– Toda argamassa é composta por uma mistura de materiais com o objetivo de obter a solidificação dos materiais construtivos em alvenaria. Para isso é preciso dosar as quantidades dos componentes.</p>
<p><b>Arg.14</b> Da alvenaria AL14</p>	<p>– Mistura é composta de Quartzo, Calcita e Caolinita (areia, argila e cal) e conta com 15% de grãos de quartzo no tamanho areia média, 5% no tamanho grânulo e 30% de calcário no tamanho areia grossa e grânulo, e sem impurezas. – As areias nos tamanhos médio e grânulo podem ter sido obtidas em lavras da Formação Barreiras. Há duas fontes dessa areia, uma a 2km e outra a 5km do Engenho.</p> <p>– Toda argamassa é composta por uma mistura de materiais com o objetivo de obter a solidificação dos materiais construtivos em alvenaria. Para isso é preciso dosar as quantidades dos componentes.</p>

Verificou-se que as argamassas das alvenarias AL01 e AL07 são homogêneas que a argamassa da AL14 é diferente dessas duas, principalmente pela fonte de coleta da areia. Nas AL01 e AL07 a areia coleta é de fontes de Terraços Marinho e na AL14 a areia é proveniente de áreas da Formação Barreiras.

### 3.2.5.1.2 Alvenarias

	<b>Matéria prima</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Mão de obra</b>
<b>AL01</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agenciamento de tijolo cerâmico maciço do tipo T01, inteiros e em pedaços variados, com argamassa de areia e cal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agenciamento pouco alinhado indicando o uso de linha na elevação da parede com pouco rigor.</li> <li>– Fiadas pouco niveladas, indicando que não foi usado nível.</li> <li>– Não foi utilizado o prumo, a parede está 2cm desaprumada e os materiais não estão com sobreposição perfeita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Foi feita a amarração dos materiais, mas sem rigidez, a disposição das juntas na posição vertical não é regular.</li> <li>– As juntas na posição vertical variam na sua espessura de 0,5cm a 1,5cm e aquelas na posição horizontal variam de 1cm a 3cm.</li> </ul>
<b>AL02</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agenciamento de tijolo cerâmico maciço do tipo T02a, inteiros e em pedaços padronizados, com argamassa de areia e cal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agenciamento razoavelmente alinhado indicando o uso de linha na elevação da parede.</li> <li>– Fiadas razoavelmente niveladas, indicando que foi usado nível.</li> <li>– Pode ter sido utilizado o prumo, sem rigor, pois a parede está 0,8cm desaprumada e os materiais não estão com sobreposição perfeita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Foi feita a amarração dos materiais com rigidez, sendo regular a disposição das juntas na posição vertical (12cm).</li> <li>– As juntas na posição vertical variam na sua espessura de 2,5cm a 4cm e aquelas na posição horizontal variam de 3cm a 4cm.</li> </ul>
<b>AL04</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agenciamento de rocha do tipo Rocha01, de vários tamanhos inteiros com argamassa de areia e cal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agenciamento sem alinhamento evidenciando que não foi usada linha para a elevação da parede.</li> <li>– Elevação sem o uso do nível.</li> <li>– Pode ter sido utilizado o prumo, pois a parede está 0,3cm desaprumada e os materiais não estão com sobreposição perfeita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Foi feita a amarração dos materiais sem rigidez, tipo conglomerado, onde os materiais estão em contato uns com os outros.</li> </ul>
<b>AL07</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agenciamento de tijolo cerâmico maciço do tipo T01 e T02b inteiros e em pedaços diversos, Rocha do Rocha02, em vários tamanhos e fragmentos de rocha, tijolos e telhas, com argamassa de areia e cal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agenciamento mal alinhado evidenciando que não foi utilizada linha, mas havia o conhecimento da técnica de elevação em fiadas.</li> <li>– Fiadas mal niveladas, indicando que não foi usado nível, nem houve preocupação com nivelamento.</li> <li>– Não foi utilizado o prumo, a parede está 2cm desaprumada e os materiais não estão com sobreposição perfeita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Foi feita a amarração dos materiais, mas sem rigidez, a disposição das juntas na posição vertical não é regular.</li> <li>– As juntas na posição vertical variam na sua espessura de 1,5cm a 2,5cm e aquelas na posição horizontal variam de 1cm a 2,5cm.</li> <li>– Os fragmentos de rocha, tijolo e telhas são utilizados para diminuir a quantidade de argamassa nos locais onde os tijolos estão junto a rochas.</li> </ul>

<b>AL10</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agenciamento de tijolo cerâmico maciço do tipo T5, inteiros, com argamassa de areia e cal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agenciamento alinhado indicando o uso de linha na elevação da parede.</li> <li>- Fiadas razoavelmente niveladas, indicando que foi usado nível.</li> <li>- Foi utilizado o prumo, pois a parede está no prumo e os materiais estão com sobreposição razoável.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foi feita a amarração dos materiais, mas sem rigidez, a disposição das juntas na posição vertical não é regular.</li> <li>- As juntas na posição vertical variam na sua espessura de 0,5cm a 1,5cm e aquelas na posição horizontal variam de 1cm a 3cm.</li> </ul>
<b>AL14</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agenciamento de tijolo cerâmico maciço do tipo T7, inteiros, com argamassa de areia e cal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agenciamento razoavelmente alinhado indicando o uso de linha na elevação da parede.</li> <li>- Fiadas pouco niveladas, indicando que não foi usado nível.</li> <li>- Não foi utilizado o prumo, a parede está 2cm desaprumada e os materiais não estão com sobreposição perfeita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foi feita a amarração dos materiais, mas sem rigidez, a disposição das juntas na posição vertical não é regular.</li> <li>- As juntas na posição vertical variam na sua espessura de 1,5cm a 4cm e aquelas na posição horizontal variam de 0cm a 2cm.</li> </ul>

Pela cadeia operatória das alvenarias podem-se perceber a existência de comportamentos construtivos semelhantes na execução das alvenarias AL01 e AL7.

### 3.2.5.1.3 Edificação

Matéria prima	Instrumentos	Mão de obra
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arcadas maciças e paredes com duas espessuras diferentes, uma com 50cm (variando até 51,5cm) e outra com 68cm (variando até 69,5cm), formando um espaço de 4,19m x 15,22m (medidas externas).</li> <li>- Há três tamanhos de vãos, 3,31m, 2,79m, 2,77m e 3,35m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As paredes não estão ortogonais entre si (o ângulo não é 90°) e não são paralelas entre si (em três diferentes locais as distâncias foram 2,99m, 2,96m e 2,90m).</li> <li>- As medidas não foram feitas com instrumentos precisos, os tamanhos dos vãos são diferentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apesar das diferenças entre as medidas dos vãos, há duas medidas de vão padrão: 3,30m e 2,80m. A maior, localizada nas extremidades e a menor, no centro, indicando ter havido projeto de arquitetura. A variação nas medidas pode estar relacionada à ausência de supervisão durante a obra.</li> <li>- Apesar da variação nas espessuras das paredes, pode-se dizer que há duas medidas padrão: 50cm para paredes internas e 68cm para paredes externas, indicando ter havido um projeto de engenharia. A variação nas medidas pode estar relacionada à ausência de supervisão durante a obra.</li> </ul>

<b>AL02</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 12 colunas maciças de 70cmx70cm (variando até 71cm) formando um espaço retangular de 15,18m x 11,17m (medidas externas) com 06 cômodos de 3 tipos: um tem 3,35mx3,35m, outro tem 3,35m x 5,70m e outro tem 5,70m x 5,66m(medidas internas).</li> <li>- As colunas alcançam a altura de 2,30m a partir do piso atual da casa que está acima do piso anterior, e podem ter sido o suporte de um piso numa casa assobradada.</li> <li>- Há três tamanhos de vãos, 3,35m, 5,66m e 5,7m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As colunas podem ter sido feitas com auxílio de instrumento ou o rigor no agenciamento dos materiais entre si, propiciou o padrão no tamanho.</li> <li>- As medidas entre as colunas foram feitas com instrumentos, as distâncias entre os vãos são sempre três, 5,70m (com variação de 5,69m até 5,70), 3,35m (com variação para 3,34m e 3,36m) e 5,66m (com variação para 5,64m).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A disposição modulada das colunas indica ter havido projeto arquitetônico e a variação de 1cm nas medidas pode estar relacionada à falta de precisão no manuseio do instrumento ou a ausência de supervisão durante a obra.</li> <li>- O padrão das colunas indica ter havido um projeto de engenharia. A variação nas medidas pode estar relacionada à falta de precisão no manuseio do instrumento ou a ausência de supervisão durante a obra.</li> </ul>
<b>AL04</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paredes maciças com espessuras diferentes, 38cm, 43cm, 44cm, 46cm.</li> <li>- Não é possível afirmar qual o tamanho total. Vê-se um cômodo com 6,035m x 6m e outro, contíguo, com 6m x 3,63m ou 9,2m x 3,63m (medidas internas).</li> <li>- As paredes formam um espaço retangular de 10,90m x 6,80m (medidas externas).</li> <li>- Há dois tamanhos de vãos, um de 3,63m e outro de 6,035m.</li> <li>- As paredes têm 2,20m de altura;</li> <li>- Há seteiras em uma das paredes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As paredes não estão ortogonais entre si (o ângulo não é 90°) e não são paralelas entre si (em três diferentes locais as distâncias foram 6,035m, 5,945m e 5,98).</li> <li>- As medidas da espessura das paredes e dos vãos não foram feitas com instrumentos precisos, pois são diferentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apesar das diferenças entre as medidas dos vãos, há duas medidas de vão padrão: 3,6m e 6m, podendo levantar a hipótese de ter havido projeto de arquitetura. Mas, a variação nas medidas pode estar relacionada à ausência de instrumento preciso ou à ausência de supervisão durante a obra.</li> <li>- As variações nas espessuras das paredes não indicam necessariamente ausência de projeto de engenharia, já que o volume da edificação não está reconhecível. Mas a variação na espessura pode indicar ausência de supervisão na obra.</li> </ul>
<b>AL07</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paredes preenchidas com retraço de material construtivo e argamassa com espessuras diferentes, 48cm (variando até 51,5cm) as internas e 68cm (variando até 69,50cm) as externas.</li> <li>- O espaço formado pelas paredes é de 15,22m x 18,75m.</li> <li>- As paredes alcançam mais de 6m de altura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As paredes não estão ortogonais entre si (o ângulo não é 90°) e não são paralelas entre si (em dois diferentes locais as distâncias foram 15,22m e 15,19m).</li> <li>- As medidas da espessura das paredes e dos vãos não foram feitas com instrumentos precisos, pois são diferentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A localização das paredes indica ter havido o aumento nas dimensões da edificação no sentido sudeste e sudoeste. As diferenças de dimensão podem indicar ausência de supervisão na execução.</li> <li>- Apesar da variação nas espessuras das paredes, pode dizer que há duas medidas padrão, 48cm para paredes internas e 68cm para paredes externas, indicando ter havido um projeto de engenharia. A variação nas medidas pode estar relacionada à ausência de supervisão durante a obra.</li> </ul>

<b>AL10</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arcadas com duas espessura diferentes, 44cm e 13cm, de acordo com as paredes que já existiam. Trata-se de uma reforma, abrindo e fechando portas.</li> <li>- -Os vãos das arcadas têm 1,96m e 2m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apesar das diferenças nas dimensões dos vãos, pode-se falar de projeto de arquitetura, pois os arcos estão no meio dos vãos. A diferença pode estar relacionada à demolição da parede.</li> <li>- O agenciamento dos materiais construtivos conformando os arcos, indica haver projeto de engenharia. E o rigor no agenciamento está ligado à necessidade estrutural e, portanto, ao conhecimento por parte do executor.</li> </ul>
<b>AL14</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paredes internas maciças com espessura de 13cm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As paredes não estão ortogonais com as paredes de outras alvenarias (o ângulo não é 90°) e não são paralelas entre si (em dois diferentes locais as distâncias foram 2,985m e 2,955m.</li> <li>- Não há complexidade que exija projeto de engenharia.</li> </ul>

A partir dos dados de homologia das argamassas e de parte dos materiais construtivos, da homologia da técnica de executar a alvenaria e dos mesmos princípios para construção da alvenaria, pode-se concluir que as alvenarias AL01 e AL7 fazem parte do mesmo momento construtivo da edificação e sua diferença pode estar relacionada à função mecânica da alvenaria: a AL01 funciona como arcadas e a AL07 como paredes.

### 3.3 CONCLUSÃO

#### 3.3.1 *MODUS CONSTRUENDI*

A partir da análise de seis alvenarias da casa grande do Engenho Monjope, foi possível conhecer a maneira como essas alvenarias foram construídas.

- A AL01 foi feita com amarração dos seus materiais e com alinhamento aleatório e não foram utilizados instrumentos como linha, nível e prumo. Os tijolos usados também não são resultado de uma preparação controlada; uma das suas medidas varia 30,7%, enquanto que o aceitável seria variar até 12% na secagem. Verifica-se, ainda, a existência de projetos de arquitetura e engenharia, mas que não foram seguidos rigorosamente. Pode-se concluir, portanto, que os construtores tinham o conhecimento de como fazer materiais, alvenaria e edificação, mas não o fizeram com rigor.
- A AL02 foi executada com amarração dos seus materiais e com alinhamento rígido e ainda foram utilizados instrumentos como linha, nível e prumo. Os tijolos usados apresentam suas dimensões com menor variação, no máximo de 15,5%, indicando maior controle na preparação dos moldes; mas, as suas faces rugosas indicam que os moldes não eram sistematicamente limpos durante a atividade. Verifica-se, ainda, a existência de projetos de arquitetura e engenharia modulados, e a variação de até 2cm nas medidas padrão. No caso dessa alvenaria, os construtores detinham o conhecimento de como construir uma edificação e o fizeram com rigor, exceto em algumas poucas atividades.
- A AL04 não é do tipo de alvenaria que permite amarração, alinhamento e nivelamento dos seus materiais. Verifica-se, no entanto, que a parede está em prumo. Nessa alvenaria, apesar de haver variações nas espessuras das paredes, não se pode afirmar falta de rigor na execução, pois as atividades diretamente relacionadas às qualidades mecânicas do produto foram atendidas como deveriam.
- A AL07 foi feita com amarração dos seus materiais e com alinhamento aleatório e não foram utilizados instrumentos como linha, nível e prumo. Os tijolos usados também não são resultado de uma preparação controlada: num dos tipos de tijolo, uma das suas medidas varia 30,7%, e no outro tipo, 15,5%. Na execução dessa alvenaria, os construtores também detinham o conhecimento de como fazer materiais, alvenaria e edificação, mas não o fizeram com rigor.

- A AL10 foi feita com amarração dos seus materiais e com alinhamento sem rigidez, mas utilizou instrumentos como linha, nível e prumo. Os tijolos usados evidenciam um maior controle na preparação dos moldes e estes devem ter sido limpos sistematicamente durante a atividade, pois as fases são lisas. Essa alvenaria consiste numa intervenção de pequeno porte, sem modificar o formato da edificação. O conhecimento técnico dos construtores permitiu que duas arcadas fossem feitas iguais, mesmo com dois tipos de alvenaria de espessuras diferentes.
- A AL14 foi feita com amarração dos seus materiais e com alinhamento aleatório e não foram utilizados instrumentos como nível e prumo. Os tijolos usados também não são resultado de uma preparação controlada: uma das suas medidas varia 33%, mas não devem ter sido limpos sistematicamente, durante a atividade, pois as fases são rugosas. As paredes desse tipo de alvenaria não desempenham papel estrutural na edificação, apenas dividem um ambiente em três partes, portanto, não há como tirar grandes conclusões sobre a existência de projetos.

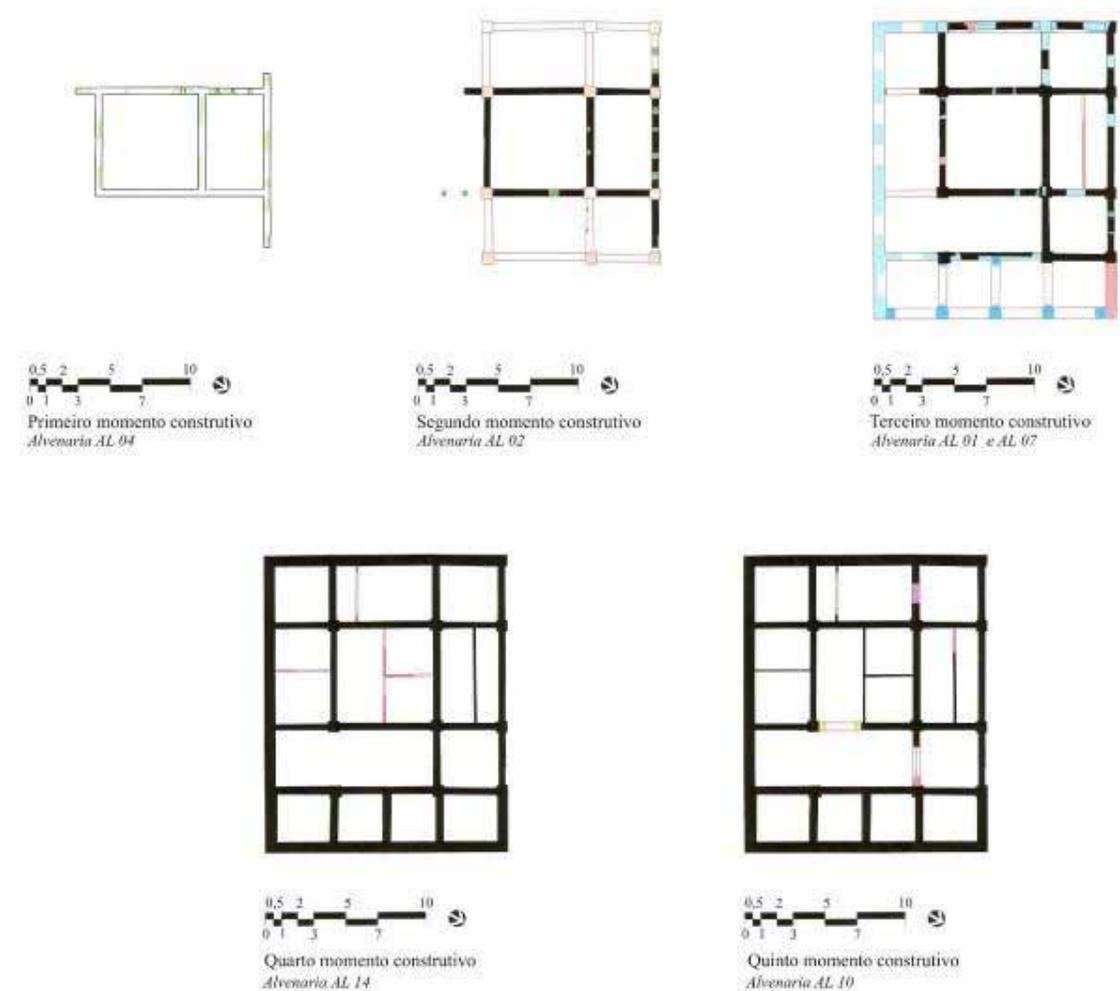
A partir do exposto, pode-se dizer, grosso modo, que entre as seis alvenarias analisadas há três comportamentos construtivos. Num deles, o construtor tem o conhecimento necessário, tem disponibilidade de recursos materiais e instrumentais, mas não executa a alvenaria pelos rigores da arquitetura e engenharia. Noutro, o construtor tem o conhecimento necessário, tem disponibilidade de recursos materiais e instrumentais e executa a alvenaria pelos rigores da arquitetura e engenharia; e, finalmente, quando o construtor tem o conhecimento necessário, tem disponibilidade de recursos materiais e instrumentais e executa parte da obra seguindo os rigores da arquitetura e engenharia e parte de maneira aleatória.

### **3.3.2 CRONOLOGIA DA EDIFICAÇÃO**

Considerando as seis alvenarias analisadas, apesar dos exames de TL não terem revelado a datação absoluta dos tijolos, nem a amplitude das curvas de emissão TL ter possibilitado a sua datação relativa, foi possível identificar a cronologia da edificação. São os dados da cadeia operatória da edificação, especificamente, a espacialização dos tipos de alvenarias e a presença de elementos arquitetônicos e de engenharia, que permitiram identificar cinco momentos construtivos na casa grande do Engenho Monjope.

Em ordem crescente, os cinco momentos construtivos são:

1. AL04;
2. AL02;
3. AL 01 e AL07;
4. AL14; e,
5. AL10.



**CRONOLOGIA DA EDIFICAÇÃO** considerando AL 01, AL 02, AL 04, AL 07, AL 10 e AL 14  
CASA GRANDE. Engenho Monjope/ Igarassu. PE.

**LEGENDA**

- Alvenaria momento construtivo inicial
- Alvenaria momento construtivo anterior
- Alvenaria momento construtivo em apresentação

Figura 065. Cronologia da edificação considerando as seis alvenarias estudadas, a saber, em ordem crescente: AL04, AL02, AL01/AL07, AL14 e AL10. Fonte: Figura pela autora.

### **Primeiro momento construtivo**

A alvenaria AL04 está localizada no centro da atual edificação e a noroeste. É o núcleo inicial da edificação e tem as demais alvenarias dispostas ao seu redor. Em uma de suas paredes, verifica-se a presença de três seteiras indicando que, no momento da sua construção, aquela era uma parede externa e, junto a esta parede, o piso está 30cm abaixo do piso atual.

Apesar de ter uma boa quantidade de alvenarias preservadas, não foi possível reconstituir o formato dessa primitiva edificação pela ausência de alvenarias do mesmo tipo, a nordeste e a sudeste. Para tanto, seria necessário programar uma pesquisa específica, onde exames laboratoriais pudessem ser feitos para verificar se a alvenaria AL08 tem relação com a AL04, incorporando novos dados sobre o formato; e, ainda, a realização de escavações arqueológicas, buscando identificar as suas fundações.

A partir dos dados levantados, também não foi possível concluir se se trata de uma edificação de um só pavimento ou se já era um sobrado, naquele momento.

### **Segundo momento construtivo**

A alvenaria AL02 também está localizada no centro da atual edificação e a noroeste, envolvendo a edificação da AL04. Essa nova edificação tem formato retangular e é estruturada por doze colunas de alvenaria. Como há uma fila de colunas mais a sudoeste, que incorpora a parede das seteiras como área interna dessa nova edificação, conclui-se que esse é o segundo momento construtivo dentre as seis alvenarias. Foi possível reconstituir o formato dessa nova etapa, apesar da ausência de algumas colunas.

Assim como na AL04, a partir dos dados levantados não foi possível afirmar que essa edificação tem só um pavimento ou dois. Porém, pode-se levantar a hipótese de que sobre essas colunas estaria apoiado o assoalho do segundo pavimento. E assim como na AL04, há a possibilidade de que o piso dessa segunda etapa também seja aquele localizado 30cm mais abaixo do piso atual.

Não ficou esclarecido nessa pesquisa, mas pode ser verificado em outras, qual era a alvenaria que estava entre as colunas. Também nesse caso, alguns exames laboratoriais em argamassas e escavações arqueológicas em busca de fundações, poderiam se suficientes.

### **Terceiro momento cronológico**

As alvenarias AL01 e AL07 foram construídas durante a mesma intervenção, ao lado da edificação anterior, ampliado-a no sentido nordeste e sudeste. E a AL07 foi utilizada na construção das paredes externas de todo o pavimento superior. Objetivamente, esse é o momento onde não há dúvida que a casa grande já era um sobrado.

Essa nova edificação tem formato retangular e ainda está íntegra. Seu formato foi reconstituído através de levantamento espacial. Essa nova fase aproveitou a estruturação existente sem modificá-la, ampliando-a em dois sentidos: sudeste e sudoeste, diferentemente da AL02, que se sobrepôs à antiga, modificando-a.

A fundamentação para afirmar que esse momento é posterior aos dois momentos anteriores está na superposição, visível na fachada a noroeste, de paredes da AL07 sobre paredes da AL04 e sobre colunas da AL02. E ainda podem-se observar, em algumas colunas da AL02, marcas de cortes na alvenaria, para evitar haver partes salientes de alvenarias antigas nas novas paredes da AL07.

### **Quarto momento construtivo**

A AL14 está localizada no núcleo original da casa, no meio do espaço delimitado pela AL04. Consiste em duas paredes de meia-vez que estão dividindo o espaço em três cômodos.

### **Quinto momento construtivo**

Finalmente, a AL10 está localizada no centro da edificação atual, e consiste na abertura de duas arcadas de características iguais em duas paredes pertencentes a alvenarias diferentes. Pode-se afirmar, no entanto, que essa alvenaria é posterior à alvenaria AL14, pois uma das paredes em que a arcada foi aberta pertence à alvenaria AL14.

### 3.3.3 MUDANÇA TECNOLÓGICA

A partir dos dados do *modus construendi* das alvenarias e das cronologias da edificação, verifica-se, empiricamente, a afirmação de Basalla sobre a não linearidade da mudança tecnológica<sup>161</sup>.

Nos dois primeiros momentos cronológicos da edificação, além de preocupações com o rigor na construção, os construtores dispunham e utilizavam instrumentos como linha, nível de pedreiro e fio de prumo. Nos momentos posteriores, o rigor e o uso de instrumentos não fizeram parte das preocupações da nova geração de construtores. Apenas no último momento, na AL10, algumas das atividades foram realizadas com rigor, buscando resultados padronizados.

As mesmas considerações são válidas quando se trata de projetos e de execução das obras. Nenhum dos momentos recentes produziu um projeto tão cuidadoso quando o projeto executado pela AL02. A modulação de espaços e elementos estruturais é um recurso técnico de grande importância na construção civil e ainda faz parte das discussões atuais. Suas vantagens são apresentadas a seguir<sup>162</sup>:

- Simplificação da elaboração do projeto;
- Normalização dos componentes de construção;
- Otimização das dimensões com redução no número de formato de componentes construtivos;
- Redução de problemas de interface entre componentes e subsistemas;
- Padronização dos detalhes e precisão dimensional;
- Racionalização e simplificação na execução da obra devido à facilidade de montagem;
- Redução de quebras de materiais, evitando-se perdas na construção.

A conclusão dessa análise não pretende trazer as razões da não linearidade da mudança tecnológica, ou da decisão de alguns construtores em não executar uma obra rigorosa, mesmo sendo detentores do conhecimento.

---

<sup>161</sup> Basalla, op.cit. 1997.

<sup>162</sup> Scheer, 2007: p. 2.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração do método de análise de alvenaria foi motivada pela ausência de um instrumento científico que permitisse conhecer a maneira como as construções de valor histórico e cultural foram feitas e a sua cronologia construtiva. Até o momento, a arqueologia figurava como disciplina auxiliar da arquitetura e engenharia nos processos de restauração de monumentos. Sua tarefa era identificar as estruturas enterradas e encobertas para complementar a descrição do espaço tridimensional e confirmar os dados encontrados nos documentos históricos.

Através desse método se propõe outra maneira, diferente da utilizada na tendência processual-funcionalista, de analisar essas estruturas para que se possa ir além do objeto aparente e alcançar o conhecimento por detrás do objeto. Afinal, a arqueologia é o estudo da cultura do homem do passado e não das edificações do passado.

Como princípios para sistematização do método, figuraram a objetividade da coleta dos dados e a possibilidade de contrastação dos resultados. O estabelecimento de uma relação direta entre os dados coletados e as informações permitiu economia de tempo e de recursos e a verificação de que os resultados dependem do rigor na coleta de dados. Já a possibilidade de submissão dos resultados à contrastação científica é decorrente da utilização de procedimentos quantitativos e qualitativos explícitos no levantamento e na análise de dados.

O método proposto é um roteiro básico que orienta o pesquisador a levantar e processar dados retirados de estruturas construídas em alvenaria de tijolo, de rocha e mista; desde o que focar e como observar em uma estrutura, até a definição das formas mais indicadas de registro e de possíveis análises e resultados. Através do método podem-se conhecer aspectos do *modus construendi* das comunidades que as edificaram, as cronologias de construção do edifício e pode-se ainda verificar a existência de mudança tecnológica na maneira de se construir em alvenaria.

Essas informações podem alimentar a elaboração de projetos e a execução de obras de conservação e restauração de edifícios de valor histórico/cultural construídos em alvenaria. Esse conjunto de informações permite identificar as partes da edificação de momentos cronológicos construtivos diferentes, possibilitando que, através do projeto, se valorize alguns momentos em detrimento de outros. Essa valorização deve seguir uma hierarquia pré-

definida, como, por exemplo, de antiguidade construtiva. E, ainda, permite orientar a escolha dos materiais e técnicas construtivas a serem utilizadas nas obras, de maneira que seja mantida a homogeneidade de materiais e técnicas, a compatibilidade construtiva com o edifício, a durabilidade dos materiais escolhidos e a reversibilidade da intervenção.

A análise de alvenarias foi, inicialmente, sistematizada no âmbito da arqueologia histórica para permitir o aproveitamento do potencial informativo de uma estrutura em alvenaria na elaboração de diagnósticos. Supõem-se, no entanto, que esse instrumento de pesquisa possa também ser útil para profissionais de outras disciplinas, direta e indiretamente, relacionadas à elaboração de diagnósticos voltados para a conservação e restauração de edifícios de valor histórico/cultural.

A aplicação do método consiste na identificação e registro das características físicas da estrutura, de seus materiais e técnicas construtivas e das matérias-primas dos materiais, para identificação de tipos de materiais construtivos e de alvenarias. Um tipo é o resultado de uma cadeia operatória, onde estão implícitos as matérias-primas, a mão-de-obra e os instrumentos. É, portanto, através do conhecimento da cadeia operatória que se pode descrever o *modus construendi* de uma comunidade. Grosso modo, construir uma edificação pressupõe conhecimentos técnicos, como: sistemas de medição, utilização de ferramentas e escolha e agenciamento dos materiais; a concepção de um projeto e a programação de atividades.

A aplicação do método de análise de alvenaria está dividida em duas etapas: num primeiro momento, serão identificados os tipos de alvenarias existentes na edificação. Num segundo momento, as matérias-primas e as técnicas construtivas utilizadas. A separação em dois momentos possibilita a seleção de alguns dos tipos de alvenarias encontrados, segundo critérios pré-definidos, para aprofundamento. Desta maneira, evitam-se gastos desnecessários de tempo e recursos.

Na primeira etapa, após a análise das fontes documentais e o levantamento do contexto geoambiental onde está localizada a estrutura, deve-se realizar o levantamento dos dados espaciais para produção da base gráfica onde serão espacializados os tipos de alvenarias identificados.

Um tipo de alvenaria está sendo considerado como o resultado da combinação entre tipos de materiais construtivos e de agenciamento dos materiais entre si. Para cada material e

agenciamento foram definidos atributos físicos. O agrupamento dos elementos com atributos semelhantes permitiu identificar tipos. Assim, o método propõe alguns atributos, mas para cada caso podem ser acrescentados e retirados atributos, de acordo com os objetivos de cada pesquisa.

Após a identificação de tipos de materiais e de agenciamento e, conseqüentemente, de tipos de alvenaria, esses tipos serão espacializados na base gráfica.

De antemão, a observação dessa espacialização pode permitir identificar peculiaridades da estrutura, como a evolução física da casa, a predominância de alguns tipos sobre outros, o número de intervenções físicas realizadas etc. Essas informações já podem permitir tirar conclusões preliminares sobre as hipóteses formuladas.

Na segunda etapa, após uma seleção dos tipos de alvenarias que serão estudados mais aprofundadamente (podendo ser todos), deve-se observar as matérias-prima utilizadas na produção dos materiais e as técnicas construtivas empregadas na edificação das alvenarias. Para obtenção de dados das matérias-prima, podem ser utilizados métodos arqueométricos como análise macroscópica, microscópica, Difração de Raios-X (DRX), Fluorescência de Raios-X (FRX) e Datação por Termoluminescência (TL). Cada técnica apresenta dificuldades para a aplicação dos procedimentos e diferentes níveis de aprofundamento de resultados.

A análise macroscópica é a técnica mais acessível, pois não exige a utilização de equipamento nem a participação de técnicos especializados. O próprio pesquisador pode realizá-la. O seu alcance, no entanto, não é muito amplo. Nessa análise, podem-se verificar características físicas dos materiais que as compõem, auxiliando na identificação das fontes de origem. E, pode-se ainda realizar o agrupamento das materiais-prima semelhantes e a separação daquelas diferentes. A análise microscópica permite alcançar os mesmos objetivos da macroscópica, mas com elevado grau de precisão. Para tanto, é preciso dispor de técnicos especializados e equipamentos.

As análises de DRX e FRX devem ser realizadas juntas, pois os seus resultados se complementam, principalmente, quando se trata da análise de tijolos. Como, depois de cozido o tijolo, a argila utilizada na matéria-prima perde sua forma cristalina, essa argila não é identificada no DRX. Seria através do FRX, especificamente o WDXRF, que se poderiam identificar os elementos químicos que compõem a amostra e se ter uma indicação mais

precisa sobre a argila utilizada. Através desses exames, pode-se ainda identificar minerais que estão associados à argila, indicando a existência ou não de antiplástico. Além de se poder ter uma idéia sobre a proporção do antiplástico presente na amostra em relação à quantidade de argila. Essas técnicas, no entanto, implicam em recursos financeiros e tempo, pois são realizadas por técnicos especializados através de equipamentos específicos.

A técnica da TL, apesar da sua elevada importância na identificação da cronologia, pode não trazer resultados conclusivos. Verificou-se a elevada possibilidade de que as estruturas em alvenaria apresentem condição desfavorável por TL, impedindo a identificação de uma cronologia absoluta, e mesmo de uma datação relativa. Nesse caso, seria preciso animar discussões com os especialistas em análise de energia nuclear para se encontrar alternativas de se obter resultados, mesmo que de datação relativa, para tijolos cerâmicos.

Paralelamente, podem ser obtidos dados cronológicos a partir de documentos históricos, ou pela maneira como as alvenarias estão relacionadas entre si. Por exemplo: a alvenaria posicionada abaixo é mais antiga que aquela que está sobre ela; alvenarias que fecham ou abrem vãos (portas, janelas, óculos etc.) são posteriores etc. Uma outra maneira de se identificar precedência de alvenarias é a verificação do posicionamento de elementos arquitetônicos e construtivos na estrutura: quando há uma seteira numa alvenaria, ou uma janela, significa que esta foi uma parede externa; quando há paredes grossas (~40cm) significam que são paredes estruturais e podem ser paredes externas etc.

Para obtenção de dados das técnicas construtivas, são observadas as características físicas das alvenarias buscando identificar sinais da utilização de instrumentos. Na edificação de uma alvenaria, podem ser utilizados fio-de-prumo, linha e nível. Esse levantamento deve ter um grau de precisão elevado, considerando que a diferença entre a utilização de um instrumento, ou não, é da ordem de centímetros e mesmo milímetros. Para cada tipo de alvenaria estudado, deverá haver o registro dos instrumentos utilizados e do rigor da sua utilização.

Após o levantamento dos dados, e a partir de conhecimentos prévios sobre como preparar um material construtivo e como edificar uma alvenaria, podem ser descritos os procedimentos operacionais utilizados nos materiais construtivos e na alvenaria. A comparação das diferentes cadeias operatórias pode indicar diferentes técnicas ou tecnologias construtivas, como, por exemplo, diferentes proporções de matérias-primas, ou rigor na modelagem dos tijolos, ou na utilização de instrumentos etc.

No caso de haver informações cronológicas, a observação das cadeias operatórias pode indicar o sentido da mudança tecnológica. Permitindo identificar, por exemplo, um sentido linear de desenvolvimento, ou não.

Resumidamente, o exame de estruturas em alvenaria aqui proposto, segue uma sistemática de levantamento e análise de dados que possibilita conhecer o *modus construendi* de diferentes grupos em diferentes momentos cronológicos, assim como identificar qual é a cronologia construtiva da edificação. A partir dessas informações, é possível verificar a existência ou não de mudança tecnológica na maneira de edificar em alvenaria.

A partir desse trabalho, acredita-se que foi dado um primeiro passo para que as estruturas em alvenaria possam ser utilizadas como fonte de dados para o estudo da cultura do homem do passado, auxiliando nos processos de conservação e restauração de edificações de valor histórico/cultural. Até o presente momento, das estruturas só eram estudados o espaço tridimensional, sua funcionalidade e/ou cronologias de construção. Através desse método poderão conhecidas as cadeias operatórias dos materiais, das alvenarias e da edificação, ou seja, a matéria-prima, a mão-de-obra e os instrumentos utilizados. Pode-se conhecer, a partir do objeto, a ação do homem e, portanto, o processo produtivo.

A apresentação dos procedimentos de levantamento e registro de dados pretendeu ser didática e detalhada para permitir sua fácil aplicação, independentemente dos conhecimentos previamente dominados por cada pesquisador.

No bojo desse trabalho, alguns temas deixaram de ser abordados e outros foram abordados com menor profundidade. Esses temas podem vir a ser incorporados em momento posterior, para complementar o método. Nos procedimentos de edificação das alvenarias não foram considerados os andaimes. Esses elementos deixam marcas nas alvenarias e no solo, na parte externa da edificação. Normalmente, os andaimes são fixados nas paredes a 1,5m de altura do solo e a cada 1,5 metros acima disso. Nos locais onde estes são fixados, depois da sua retirada, são colocados elementos que normalmente, são diferentes dos materiais construtivos utilizados, ou no formato e tamanho, ou, até mesmo, no tipo de material. A identificação das diferentes dimensões e formatos desse pontos de fixação na parede e no solo e da distância entre eles, assim como dos materiais utilizados para fechar esses pontos, podem indicar diferentes procedimentos construtivos. Não foram considerados também os arcos e arcadas. Além de implicarem em materiais, agenciamento e técnica construtivas, os arcos e arcadas

podem indicar função, por exemplo, pode ser uma janela, porta, arco de descarga; podem também indicar conhecimento técnico, por exemplo, arcos plenos<sup>163</sup> estão sujeitos a rachaduras no encontro nas extremidades do arco, já arcos abatidos<sup>164</sup> estão menos sujeitos a esses inconvenientes.

Finalmente, chama-se a atenção sobre a possibilidade de desdobramento do método de análise de alvenaria para o estudo de outros sistemas construtivos e de outras partes da edificação. Acima de tudo, os procedimentos apresentados são um roteiro que pode ser adaptado para o objeto estudado, desde que mantidos os princípios de objetividade da coleta dos dados e da possibilidade de contrastação dos resultados, ambos baseados nas características físicas de materiais, alvenarias e edificação.

---

<sup>163</sup> Um arco pleno é a metade de uma circunferência, ou seja, 180°.

<sup>164</sup> Um arco abatido é menos que a metade de uma circunferência, ou seja, < 180°.

## BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINO, Salvatore di. 1998. Archeologia e storia materiale: criteri guida per la conservazione strutturale. In: Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimônio arqueologico. Firenze: Alinea Editrice. p.15-18.
- AITKEN, M. J. **Physics applied to archaeology: dating.** *Rep. Prog. Phys.*, 1970, 33, p. 941-1000.
- ALARCÃO, Jorge de. **Para uma conciliação das arqueologias.** Porto: Edições Afrontamento, 1996. 70p.
- ANDERSON, Brenda. **Como construir uma parede?** Disponível em: [http://www.fazfacil.com.br/reforma\\_construcao/paredes.html](http://www.fazfacil.com.br/reforma_construcao/paredes.html). Acesso em 13 de junho de 2009.
- ANDRADE, Lusa Almeida de Soares. 1995. **Barracão de barro: cerâmicas.** Uberaba: Editora Vitória. 111p.
- ÁVILA, Affonso; GONTIJO, João Marcos M.; MACHADO, Reinaldo G. **Barroco Mineiro. Glossário de Arquitetura e Ornamentação.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1980. 220p.
- BARDESCHI, Chiara Dezzi. 1998. Materiali da costruzione e tecniche edilizie nel vicino oriente antico: problemi, metodi ed obiettivi. In: Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimônio archeologico. Firenze: Alinea Editrice. p.81-84.
- BASALLA, George. **La evolución de la tecnología.** Barcelona: Editorial Crítica, 1991. 249p.
- BELL, James A. **Interpretation and testability in theories about prehistoric thinking.** In: The ancient mind. p.15-21.
- BERNAL, John D. **Historia social de la ciência I.** Barcelona: Ediciones Península, 1997. 7ª ed. 543p.
- BICHO, Nuno Ferreira. 2006. **Manual de arqueologia pré-histórica.** Lisboa: Edições 70 Lda. 525p.
- BORRAZÁS, Patrícia Manãna; ROTEÁ, Rebeca Blanco; VILA, Xurxo M. Ayán. Arqueotectura I: bases teórico metodológicas para una arqueología de la arquitectura. **Tapa 25**, Santiago de Compostela, p. 12-92, novembro. 2002.
- BOSCHI, A. O.; ALBERS, A. P. F.; MELCHIADES, F. G.; MACHADO, R.; BALDO, J. B. **Um método simples de caracterização de argilominerais por difração de raios X.** Cerâmica v.48 n.305 São Paulo jan/fev/mar .2002.
- BOSCHI, Anselmo. **Queima de Corpos Cerâmicos.** Disponível em: <http://www.b2b-bc.com.br/central/web/informa/dicas/queima.htm>. Acesso em 13 de junho de 2009.
- BUNGE, Mario. 1973. **La investigacion científica: su estrategia e su filosofia.** 3ª. ed. Barcelona: Editorial Ariel. 943p.
- CALZA, C.; ANJOS, M. José dos; BRANCAGLION JR A; SOUZA, S. Mendonça de; ANDRADE LIMA T; LOPES R. Tadeu. **Fluorescência de raios x aplicada à arqueometria.** Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação. v.1, n°.6, p. 338 – 342. Rio de Janeiro. 2007.
- CARBONARA, Giovanni. 1990. **Restauro dei monumenti: guida agli elaborati grafici.** Napoli: Liguori editore. 143p.
- CUNHA E SILVA, Richard Maximiliano da. Utilização da técnica de fluorescência de raios X com microsonda ( $\mu$ -XRF) aplicada a amostras de interesse arqueológico. **Tese** (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. 2002.
- D'AGOSTINO, Salvatore. Archeologia e storia materiale: criteri guida per la conservazione strutturale. In: Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservação del patrimônio archeologico. Firenze: Alinea Editrice. p.15-18.

- DEER, W.A.; HOWIE, R. A.; ZUSSMAN, J. **Minerais constituintes das rochas: uma introdução**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1981. 558p.
- FIGUEIREDO, Marina Teixeira. Estudo da cultura material lítica e cerâmico dos sítios Silva Serrote e Menezes: análise das cadeias operatórias dos vestígios de culturas pré-coloniais do Alto-Paranaíba, MG. 2008. 145p. **Dissertação** (Mestrado em Arqueologia). Universidade São Paulo. São Paulo. 2008.
- Fundação Seridó. **Relatório Final do Projeto de Recuperação e Restauração do Engenho Monjope**. Recife, 2005.
- GALLAY, Alain. **A arqueologia amanhã**. Tradução de Emílio Fogaça do original L'archéologie demain. Paris: Pierre Belfont Ed., 1986. 324p.
- GAMA, Ruy. **A tecnologia e o trabalho na história**. São Paulo: Nobel, 1987. 207p.
- GONÇALVES, Daniele. Caracterização mineralógica por difração de raio-x e o método de Rietveld da fração argila de um latossolo vermelho distrófico em três manejos diferentes. 2008. 176p. **Dissertação** (Mestrado em Química Aplicada). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Paraná. 2008.
- HERNANDO, Almudena. **Arqueologia de la Identidad**. Madri: Ediciones Akal, 2002. Cap 1. Arqueologia y modernidad. p.15-46.
- LEGGERINI, Maria Regina Costa. **Materiais cerâmicos na construção civil: blocos cerâmicos**. PUCRS, Faculdade de Arquitetura. Disponível em [http://www.pucrs.br/feng/civil/professores/regina/estruturas\\_i\\_capitulo\\_III\\_paredes.pdf](http://www.pucrs.br/feng/civil/professores/regina/estruturas_i_capitulo_III_paredes.pdf). Acesso em 13 de junho de 2009.
- LONDINO, Michele; PISCITELLI, Francesca. 1998. Architetture tradizionali della Giordania. In: Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimônio archeologico. Firenze: Alinea Editrice. p.187-190.
- LUGLI, Stefano. 1998. Caratteristiche, materie prime e tecniche di preparazione di laterizi e malte: l'esempio della Rocca di Formigine (XIII-XVII., Modena). In: Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimônio archeologico. Firenze: Alinea Editrice. p.85-88.
- MANACORDA, Daniele. 2005. FRANCOVICH, Riccardo. **Dizionario di archeologia: temi, concetti e metodi**. Roma: editori Laterza. 371p.
- MANFREDI, Antonella. 1998. Osservazioni sulle sezioni murarie nella architettura fortificata medievale in Toscana. In: Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimônio archeologico. Firenze: Alinea Editrice. p.127-130.
- Mapeamento e cadastro de áreas de mineração de areia e argila da região metropolitana do Recife e Municípios circunvizinhos**. Recife: DNPM/ SECTMA/ CPRH, 2006. 94p.
- MARINO, Luigi (cur). 2003. **Dizionario di restauro archeologico**. Firenze: Alinea Editrice. 271p.
- MARINO, Luigi. 1998. Gli ateniese avevano conservato... In: Tecniche edili tradizionali: contributi per la conoscenza e la conservazione del patrimônio archeologico. Firenze: Alinea Editrice. p.9-12.
- MARINO, Luigi; GUERRIZIO, Daniela; LIBERTUCCI, Brigida. 2001. **Materiali e tradizioni costruttive nel Molise: l'area di Boiano**. Firenze: Cierre edizioni. 73p.
- MARTÍNEZ, Victor M. Fernández. **Teoria e Método de la arqueologia**. Madri: Editorial Sintesis, 1990. 317p.
- MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S.; NEVES, G. de A.; FERREIRA, H. C. **Caracterização de argilas plásticas do tipo "ball clay" do litoral paraibano**. Cerâmica v.49 n.311 São Paulo jul./set. 2003.
- MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2005. 350p.
- MUMFORD, Lewis. **Técnica y civilización**. Madrid: Alianza Universidad, 1997. 7ª.ed. 522p.

- NBR 07170 de junho de 1983. Tijolo maciço cerâmico para alvenaria. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 4p.
- NBR 13281 de agosto de 2001. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - requisitos. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 3p.
- NOWATZKI, Carlos Henrique. 2004. **O sítio arqueológico de São Miguel das Missões**. São Paulo: Allprint editora. 92p.
- OJEDA, Janine. **Ao mestre com carinho**. Revista Museu: cultura levada a sério. Segunda, 20 Julho de 2009. Disponível em <http://www.revistamuseu.com.br/emfoco/emfoco.asp?id=8901>. Acesso em 20 de julho de 2009.
- PRIMAVESI, Ana Cândida P.A.; PRIMAVESI, Odo. **Coleta de amostra de terra para análise químicas do solo**. Embrapa. 11p.
- RENFREW, Colin; BAHN, Paul. 1993. **Arqueología: teorías, métodos y práctica**. Espanha: Akal. 571p.
- RENFREW, Collin. **Towards a cognitive archaeology**. In: The ancient mind.: p.3-11.
- ROVERI, C. D.; ZANARDO, A.; MORENO, M. M. T. **Variação da cor e propriedades cerâmicas com o aumento da temperatura de queima de uma argila proveniente da formação Corumbataí, região de Piracicaba, SP**. Cerâmica v.53 n.328. São Paulo out./dez. 2007
- SÁNCHEZ-MUÑOZ, L.; CAVA, S. da S.; PASKOCIMAS, C. A.. **Seleção de matérias-primas no desenvolvimento de formulações de massas cerâmicas**. Cerâmica v.48 n.306 São Paulo abr./jun. 2002.
- SANJUÁN, Leonardo García. **Introducción al reconocimiento y análisis arqueológico del territorio**. Espanha: Ariel Prehistoria, 2005. 353p.
- SANTOS, A.; SCHEER, S.; AZUMA, F.; MARCOS, M. **Gargalos para a Disseminação da Coordenação Modular**. IV Colóquio de pesquisas em habitação. Escola de arquitetura UFMG. Agosto, 2007. 17p.
- SCAPIN, Valdirene de Oliveira. Aplicação da fluorescência de Raios-X (WDXRF): determinação da espessura e composição química de filmes finos. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia Nuclear – Materiais). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo. 77p. 2004.
- SCHIMIDT, Fernando; BUENO, Maria Izabel M. S.; POPPI Ronei J. **Aplicação de alguns modelos quimiométricos à espectroscopia de fluorescência de raios-x de energia dispersiva**. Quím. Nova. vol.25 no.6 São Paulo Nov./ dec. 2002.
- SERAFIM LEITE, S. J. **História da Companhia de Jesus no Brasil**. V.5. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1945. p. 329-488.
- SWART, Jacobus W. **Conceitos de Cristalografia**. CCS e FEEC – UNICAMP. Disponível em [www.ccs.unicamp.br/site\\_antigo/cursos/ie521/cristalografia.ppt](http://www.ccs.unicamp.br/site_antigo/cursos/ie521/cristalografia.ppt). Acesso em 13 de junho de 2009.
- Técnicas de construção civil e construção de edifícios. Anotações de aula 4. **Alvenaria**. Disponível em [www.ccs.unicamp.br/site\\_antigo/cursos/ie521/cristalografia.ppt](http://www.ccs.unicamp.br/site_antigo/cursos/ie521/cristalografia.ppt). Acesso em 13 de junho de 2009.
- TRIGGER, Bruce G. **Historia do pensamento arqueológico**. São Paulo: Odysseus Editora, 2004. 477p.
- VARELA, M. L.; NASCIMENTO, R. M. do; MARTINELLI, A. E.; HOTZA, D.; MELO, D. M. A.; MELO, M. A. F. **Otimização de uma metodologia para análise mineralógica racional de argilominerais**. Cerâmica v.51 n.320. São Paulo out./dez.2005.
- VASCONCELLOS, Sylvio de. **Arquitetura no Brasil. Sistemas construtivos**. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, 1979. 4.<sup>a</sup> ed. 186p.

## ANEXOS

**ANEXO 01.** Resultados das análises por Difractometria de Raios-X –DRX dos materiais construtivos: tijolo, rocha, argamassa e sedimento.

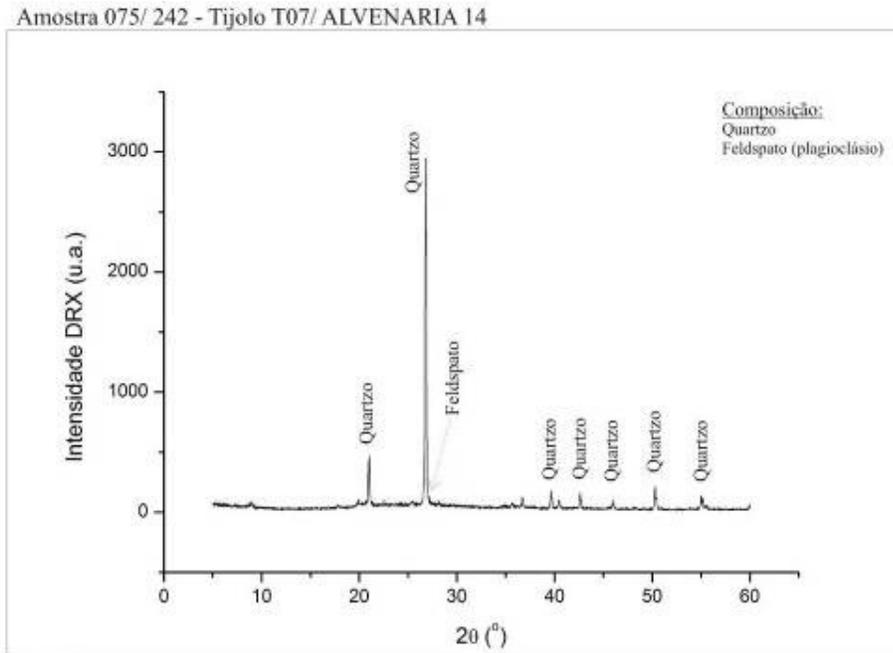


Gráfico 03. Difratoograma da amostra 075/242 – Tijolo T07.

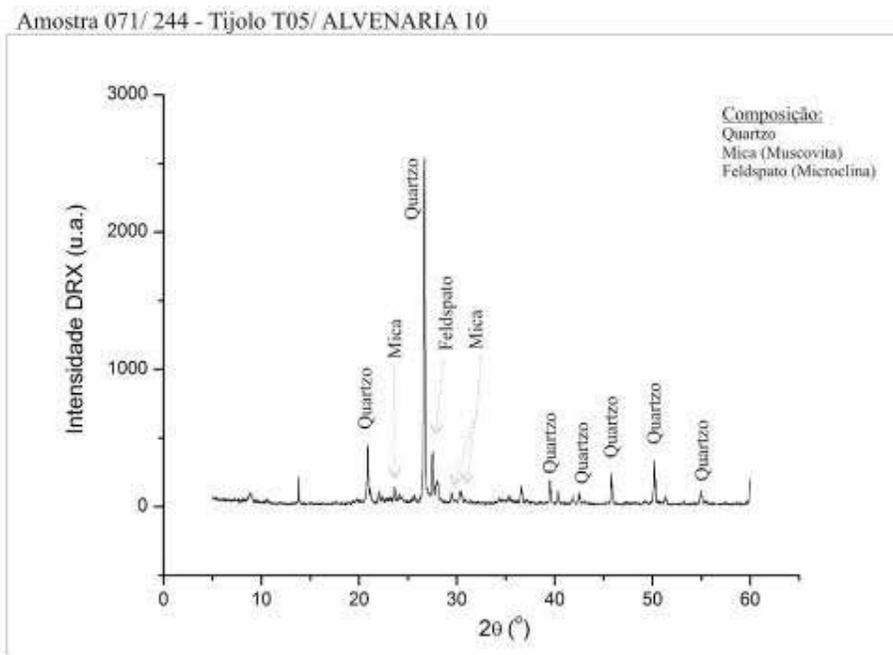


Gráfico 04. Difratoograma da amostra 071/244 – Tijolo T05.

Amostra 063/ 243 - Tijolo T02/ ALVENARIA 07

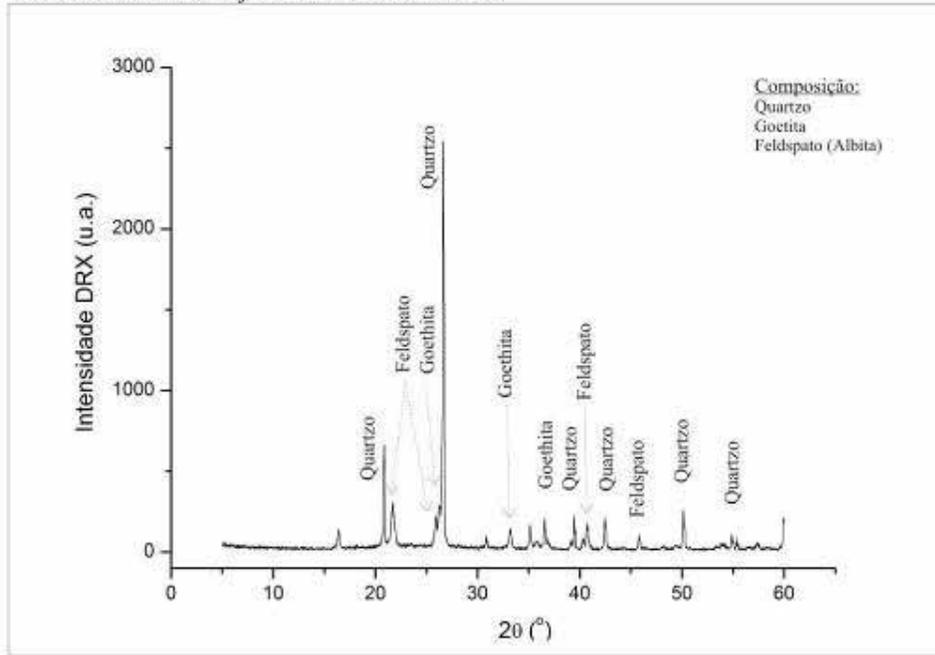


Gráfico 05. Difratoograma da amostra 063/243 – Tijolo T02/ ALVENARIA 07

Amostra 048/ 250 - Tijolo T02/ ALVENARIA 02

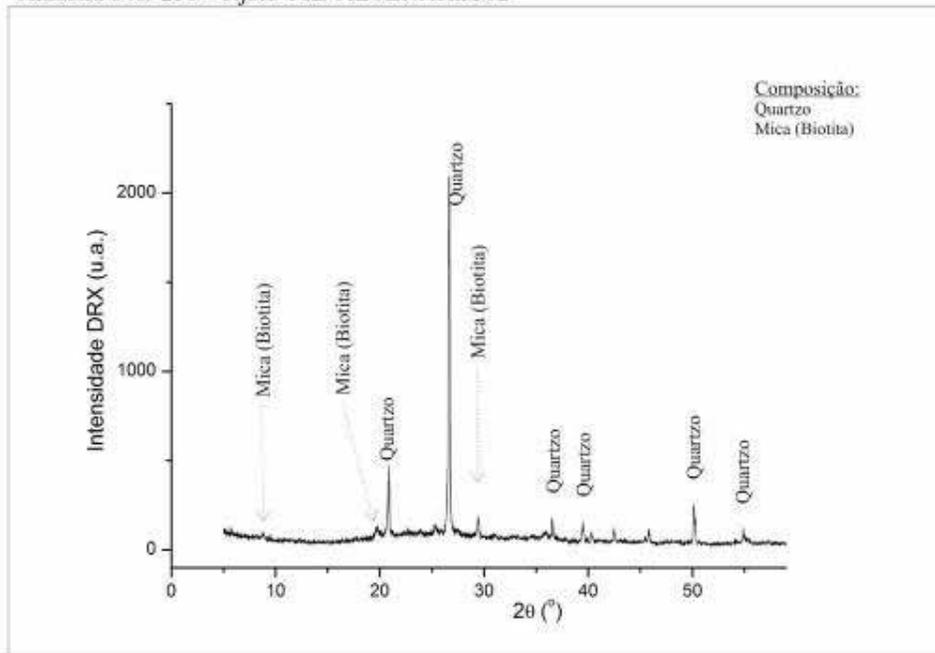


Gráfico 06. Difratoograma da amostra 048/250 – Tijolo T02/ ALVENARIA 02.

Amostra 062/ 249 - Tijolo T01/ ALVENARIA 07

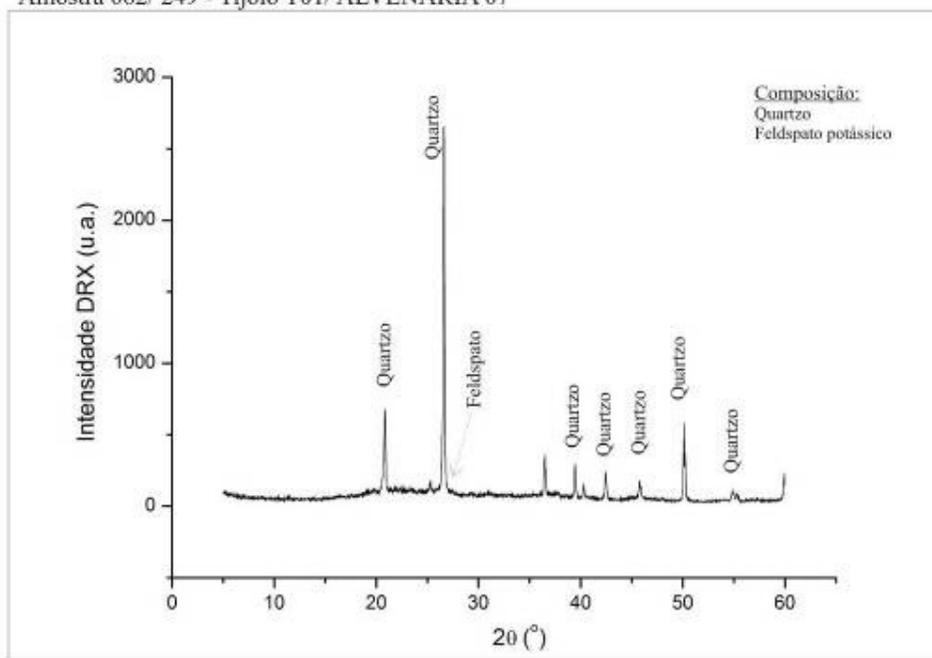


Gráfico 07. Difratograma da amostra 062/249 – Tijolo T01/ ALVENARIA 07.

Amostra 067/ 253 - Tijolo T01/ ALVENARIA 01

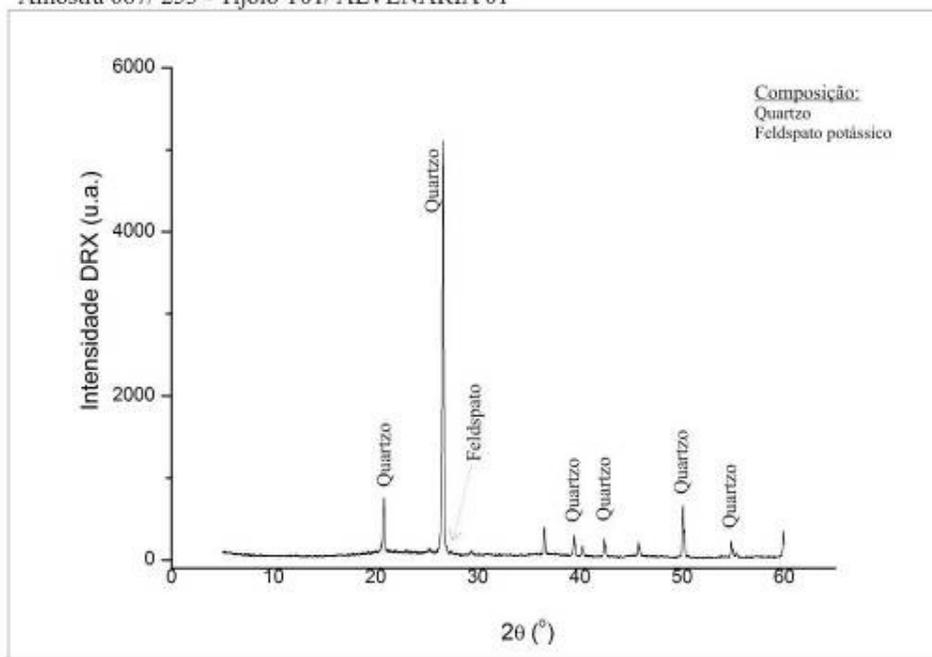


Gráfico 08. Difratograma da amostra 067/253 – Tijolo T01/ ALVENARIA 01.

Amostra 092/ 252 - Argamassa 04/ ALVENARIA 04

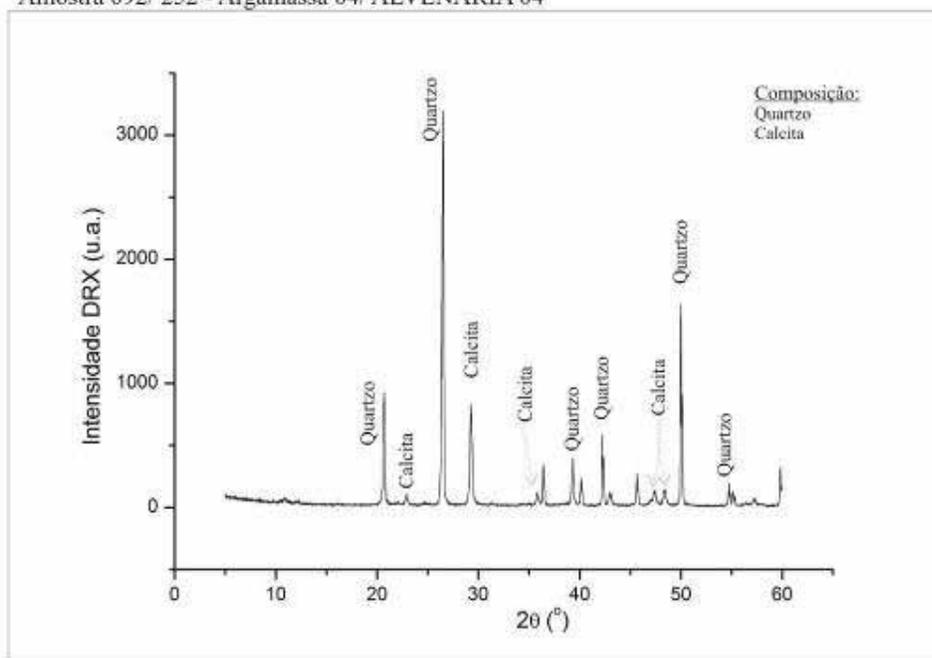


Gráfico 09. Difratoograma da amostra 092/252 – Argamassa 04.

Amostra 085/ 254 - Argamassa 04/ ALVENARIA 04

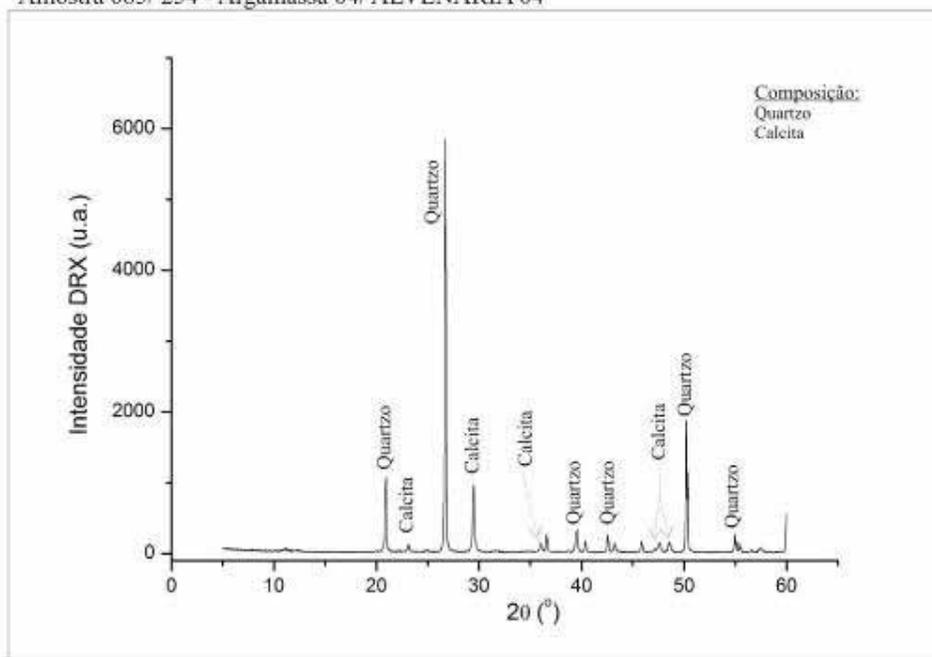


Gráfico 010. Difratoograma da amostra 085/254 – Argamassa 04.

Amostra 047/ 257 - Argamassa 02/ ALVENARIA 02

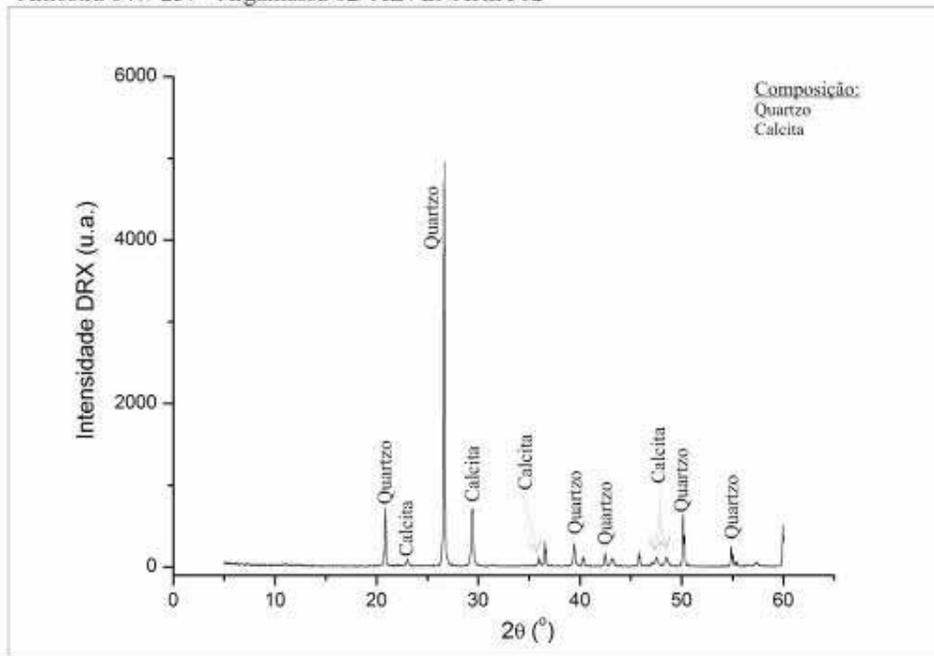


Gráfico 011. Difratoograma da amostra 047/257 – Argamassa 02.

Amostra 074/ 262 - Argamassa 14/ ALVENARIA 14

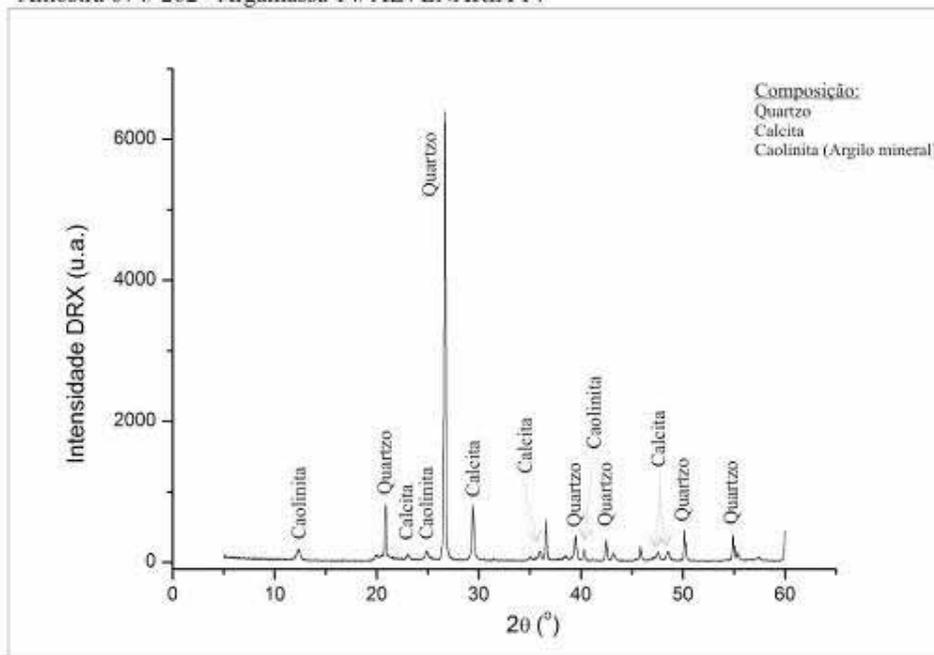


Gráfico 012. Difratoograma da amostra 074/262 – Argamassa 14

Amostra 070/ 261 - Argamassa 10/ ALVENARIA 10

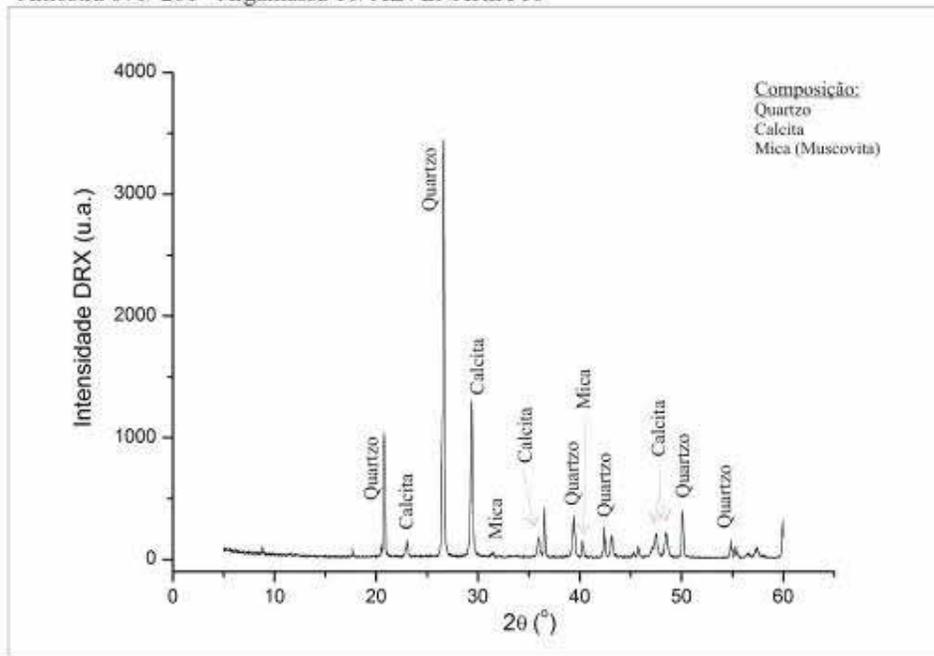


Gráfico 013. Difratoograma da amostra 070/261 – Argamassa 01.

Amostra 064/ 258 - Rocha 01/ ALVENARIA 07

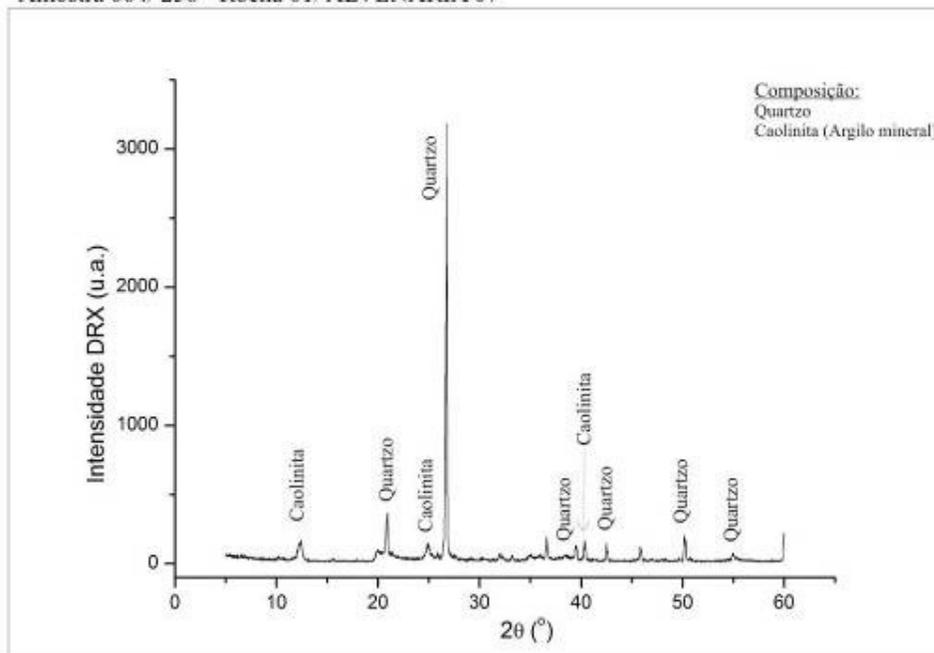


Gráfico 014. Difratoograma da amostra 064/258 – Rocha 01.

**ANEXO 02.** Resultados das Fluorescências de Raios-X de amostras de materiais construtivos: tijolo e sedimento.

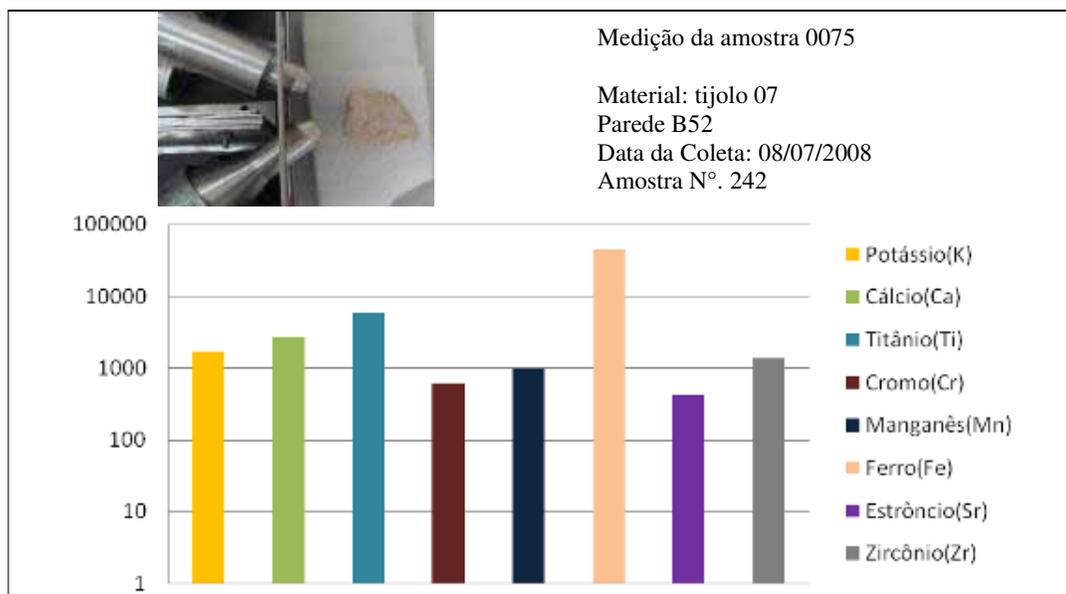


Gráfico 015. Elementos presentes na amostra 075/242 identificados a partir de FRX. Análise e resultados realizados no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI do Departamento de Energia Nuclear – DEN da UFPE.

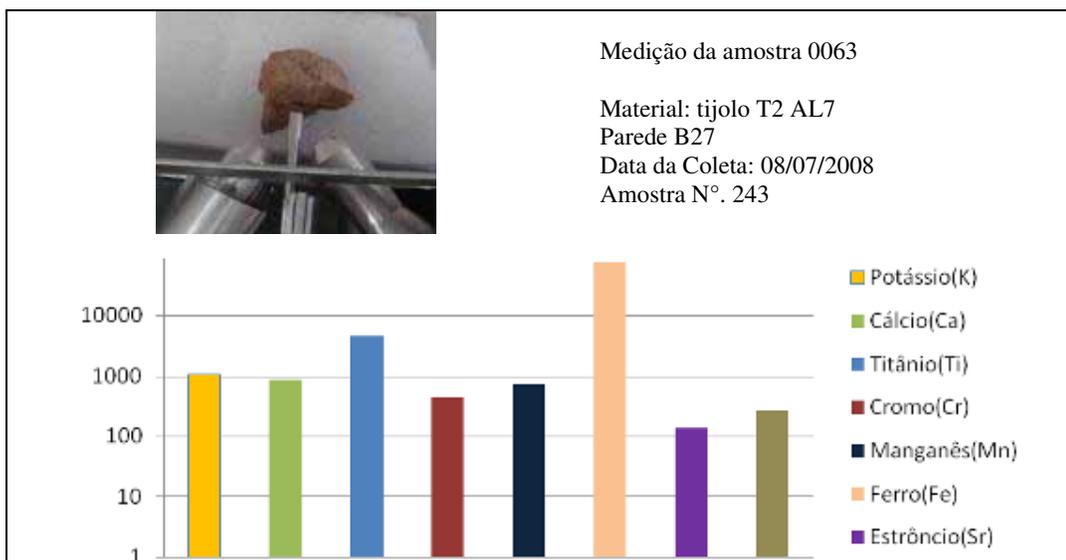


Gráfico 016. Elementos presentes na amostra 063/243 identificados a partir de FRX. Análise e resultados realizados no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI do Departamento de Energia Nuclear – DEN da UFPE.

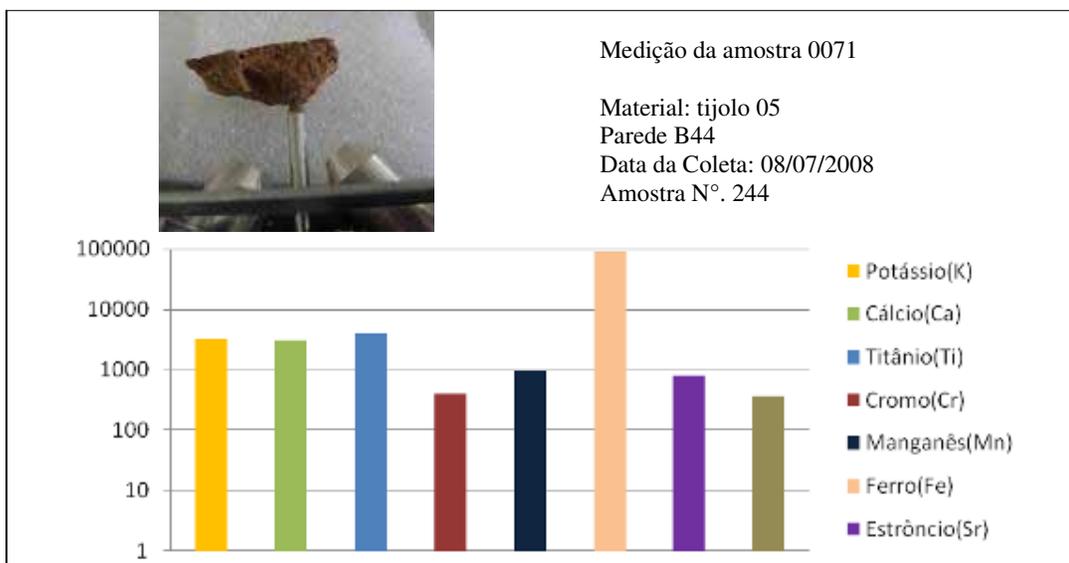


Gráfico 017. Elementos presentes na amostra 071/244 identificados a partir de FRX. Análise e resultados realizados no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI do Departamento de Energia Nuclear – DEN da UFPE.

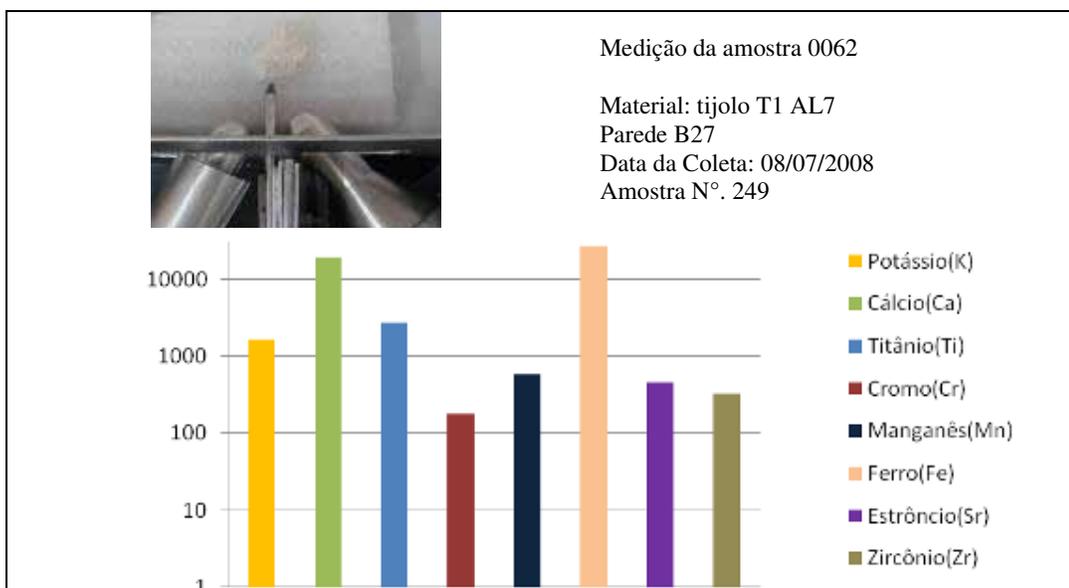


Gráfico 018. Elementos presentes na amostra 062/249 identificados a partir de FRX. Análise e resultados realizados no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI do Departamento de Energia Nuclear – DEN da UFPE.

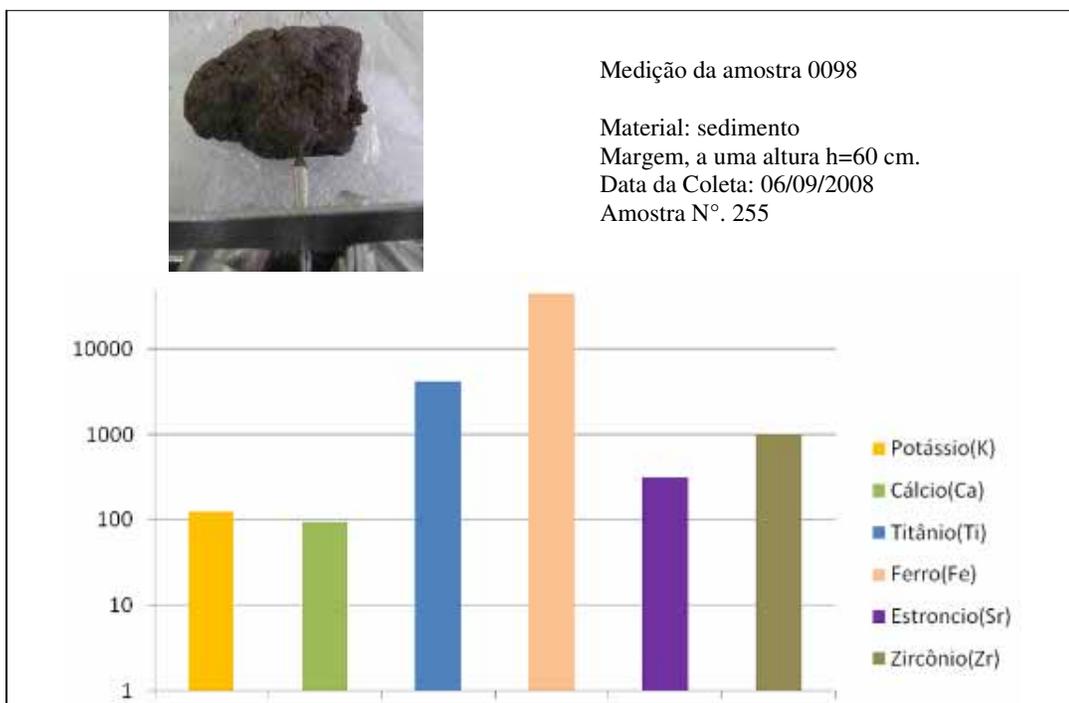


Gráfico 019. Elementos presentes na amostra 098/255 identificados a partir de FRX. Análise e resultados realizados no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI do Departamento de Energia Nuclear – DEN da UFPE.

## APÊNDICES

**APÊNDICE 1.** Figuras dos 10 tipos de tijolos cerâmicos maciços identificados na casa grande do Engenho Monjope, Igarassu/PE.

### TIJOLO 01



Figura 066. Ficha de identificação do Tijolo T01. Observa-se a cor/ composição de argila branca/cinza, o formato retangular irregular e uma face fraturada e enrugada, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora.

### TIJOLO 02

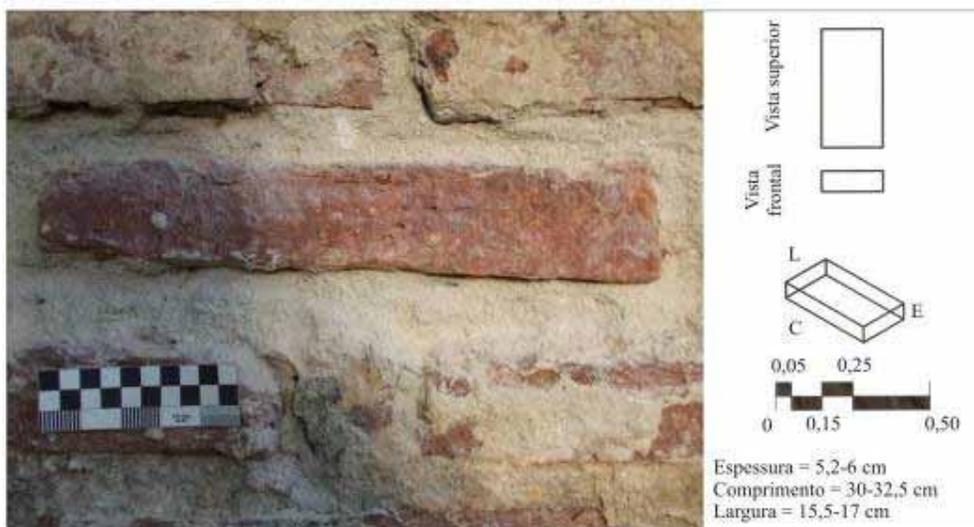


Figura 067. Ficha de identificação do Tijolo T02. Observa-se a cor/ composição de argila vermelha, o formato retangular regular e a face íntegra e enrugada, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora.

### TIJOLO 03

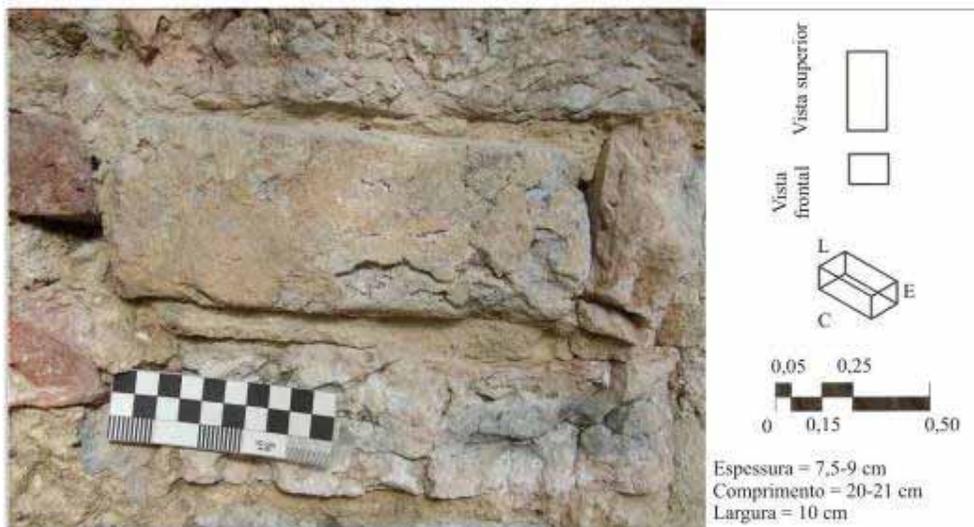


Figura 068. Ficha de identificação do Tijolo T03. Observa-se a cor/ composição de argila branca, rosa e cinza, o formato retangular regular e a face fraturada e enrugada, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora.

### TIJOLO 04

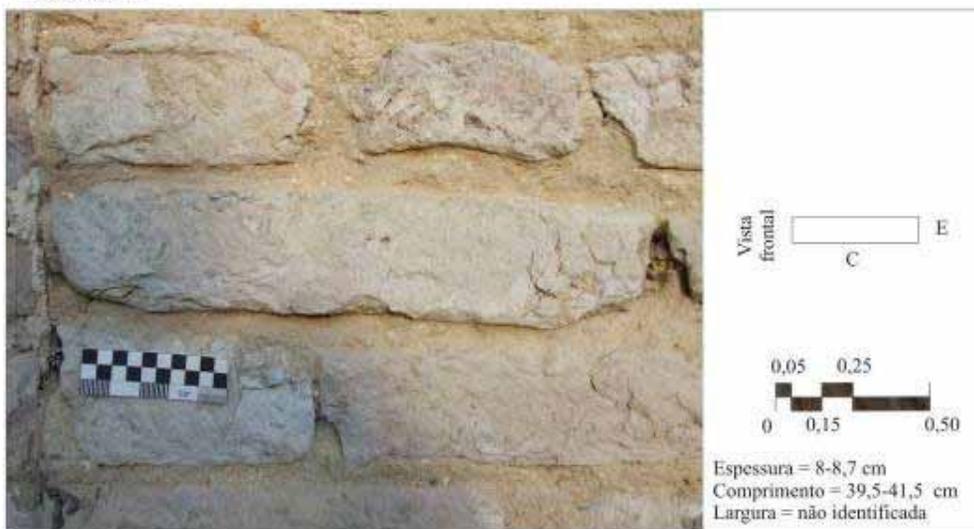


Figura 069. Ficha de identificação do Tijolo T04. Observa-se a cor/ composição de argila branca, rosa e cinza, o formato retangular irregular e a face fraturada e enrugada, sem aresta. Fonte: Figura pela autora.

### TIJOLO 05

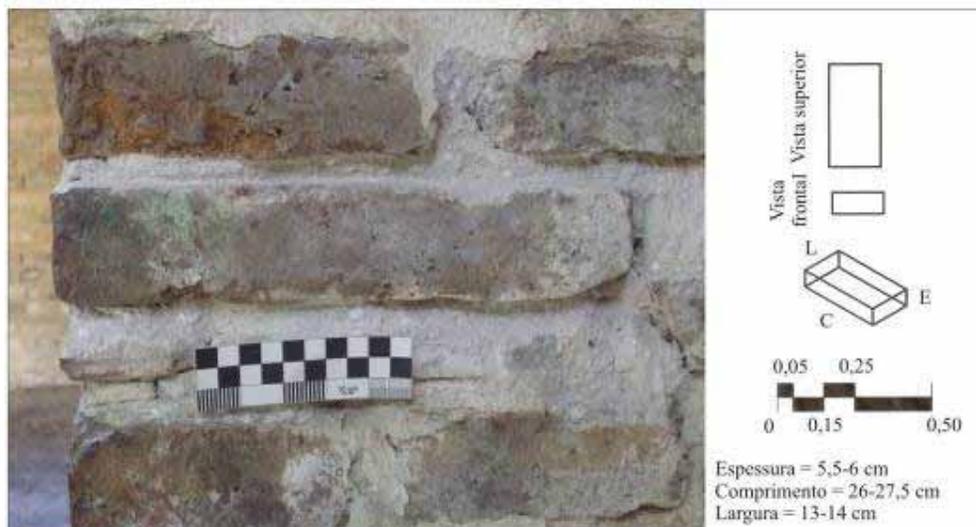


Figura 070. Ficha de identificação do Tijolo T05. Observa-se a cor/ composição de argila vermelha, amarela, o formato retangular regular e a face fraturada e lisa, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora.

### TIJOLO 06



Figura 071. Ficha de identificação do Tijolo T06. Observa-se o formato retangular irregular e o mau estado de fragmentação da face. Fonte: Figura pela autora.

### TIJOLO 07



Figura 072. Ficha de identificação do Tijolo T7. Observa-se a cor/ composição de argila branca, rosa, cinza e café, o formato retangular irregular e a face fraturada e enrugada, sem aresta. Fonte: Figura pela autora.

### TIJOLO 08



Figura 073. Ficha de identificação do Tijolo T8. Observa-se a cor/ composição de argila vermelho e telha, o formato retangular regular e a face fratura e lisa, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora.

### TIJOLO 09



Figura 074. Ficha de identificação do Tijolo T9. Observa-se a cor/ composição de argila branca, o formato retangular irregular e a face fraturada e enrugada, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora.

### TIJOLO 10



Figura 075. Ficha de identificação do Tijolo T10. Observa-se a cor/ composição de argila branca e cinza, o formato retangular regular e a face íntegra e enrugada, com aresta viva. Fonte: Figura pela autora.

**APÊNDICE 2.** Figuras dos 02 tipos de rochas para construção civil identificados na casa grande do Engenho Monjope, Igarassu/PE.

**ROCHA 01**

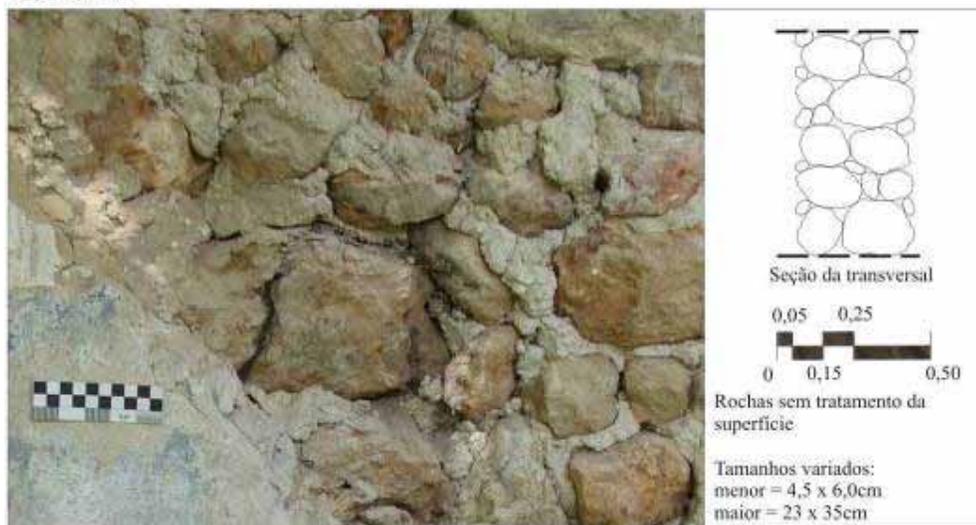


Figura 076. Ficha de identificação do tipo de rocha 01. Observa-se a rugosidade da superfície da rocha, seu perfil tendendo a circular e a grande variação de tamanhos. Fonte: Figura pela autora.

**ROCHA 02**

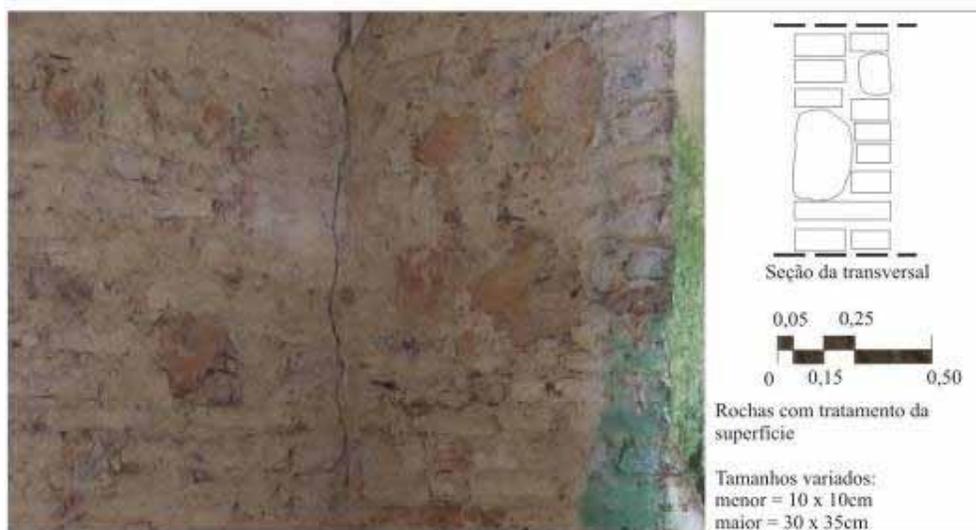


Figura 077. Ficha de identificação do tipo de rocha 02. Observa-se que a superfície da rocha foi tratada deixando-a mais regular que o perfil, tendendo a quadrangular, e é menor a variação de tamanhos. Fonte: Figura pela autora.

**APÊNDICE 3.** Figuras dos 06 tipos de agenciamento de alvenaria identificados na casa grande do Engenho Monjope, Igarassu/PE.

**AGENCIAMENTO 01**

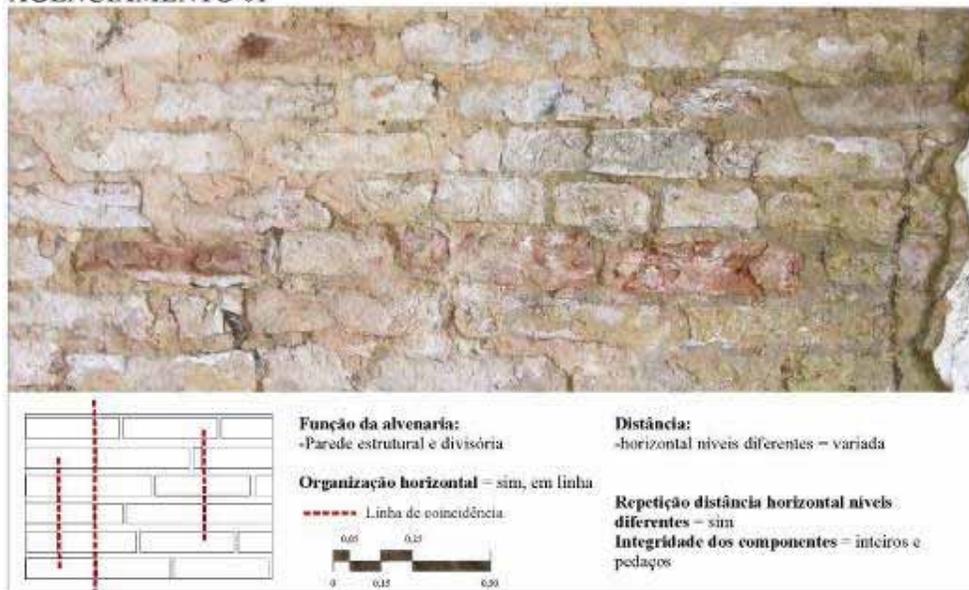


Figura 078. Ficha de identificação do tipo de agenciamento 01 utilizada em paredes estruturais ou divisórias, com amarração alinhada, mas sem rigidez. Fonte: Figura pela autora.

**AGENCIAMENTO 02**

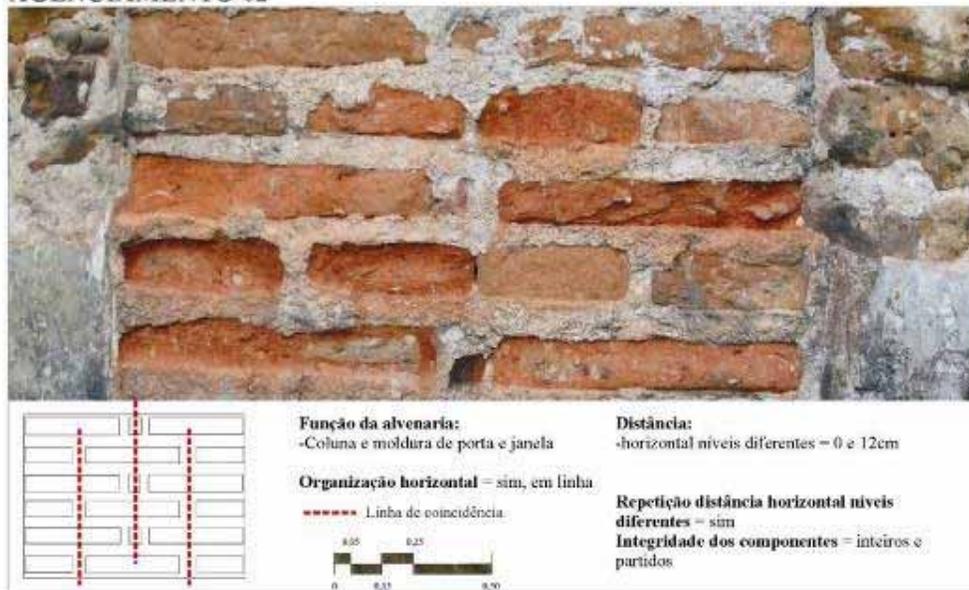


Figura 079. Ficha de identificação do tipo de agenciamento 02 utilizada em colunas, com amarração alinhada com rigidez. Fonte: Figura pela autora.

### AGENCIAMENTO 03

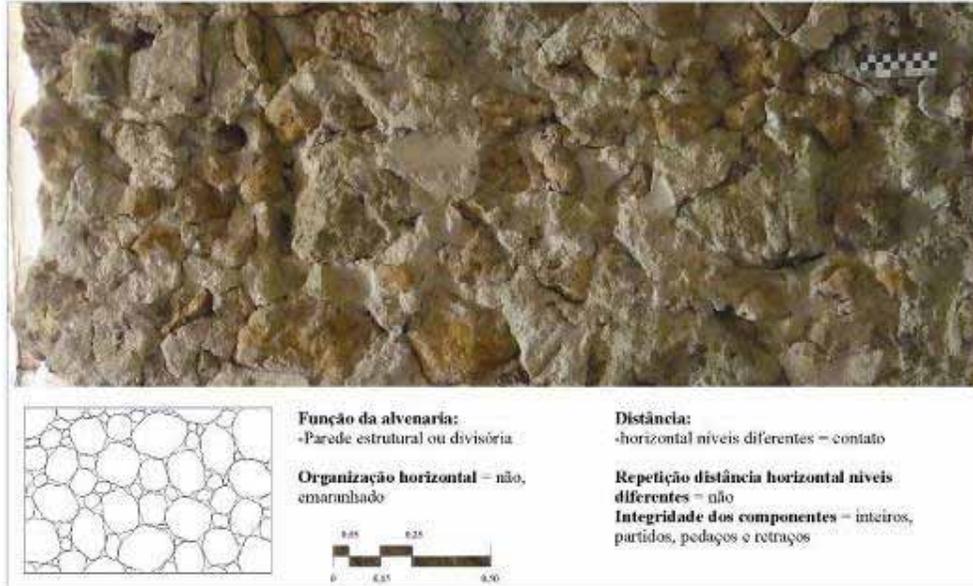


Figura 080. Ficha de identificação do tipo de agenciamento 03 utilizada em paredes estruturais ou divisórias cujos elementos constituintes estão conglomerados. Fonte: Figura pela autora.

### AGENCIAMENTO 04

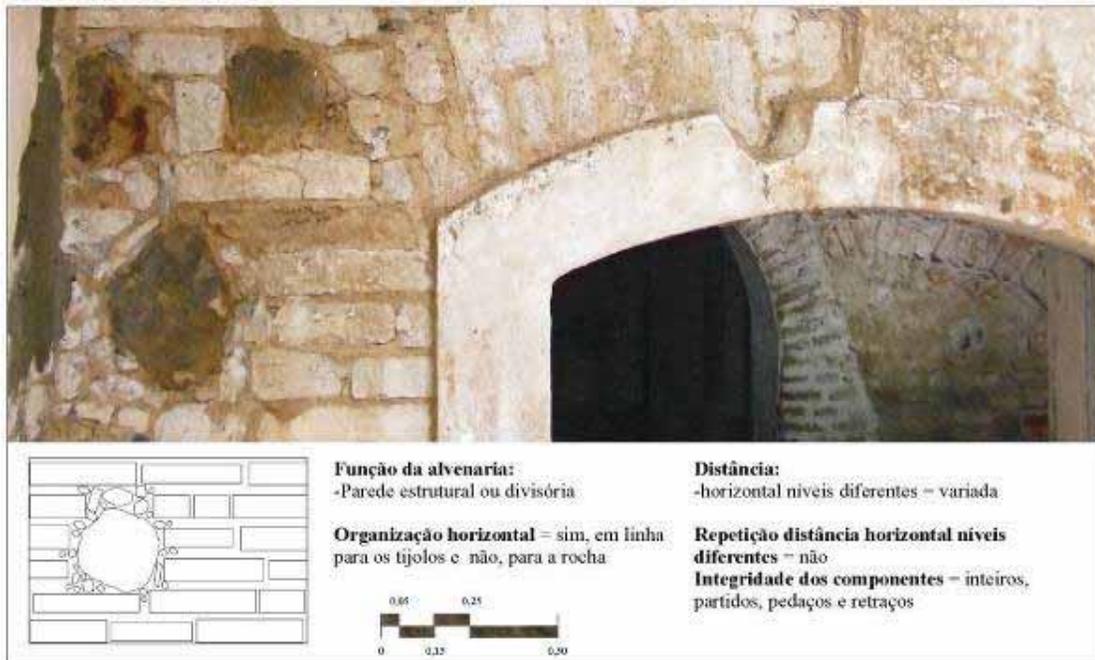


Figura 081. Registro do tipo de agenciamento 04 utilizado em paredes estruturais ou divisórias, com amarração aleatória. Fonte: Figura pela autora.

### AGENCIAMENTO 05

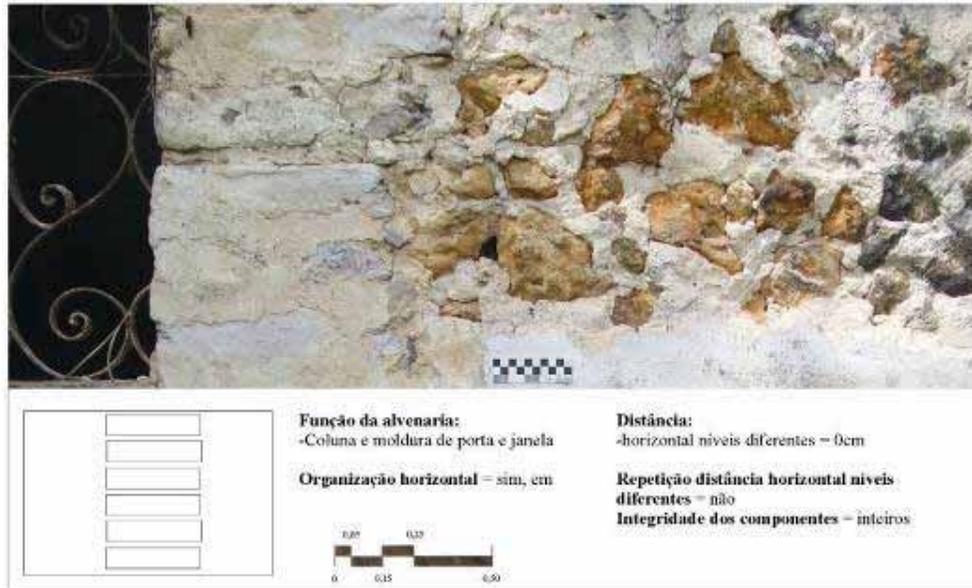


Figura 082. Ficha de identificação do tipo de agenciamento 05 utilizada em colunas e molduras de portas e janelas, sem amarração. Fonte: Figura pela autora.

### AGENCIAMENTO 06

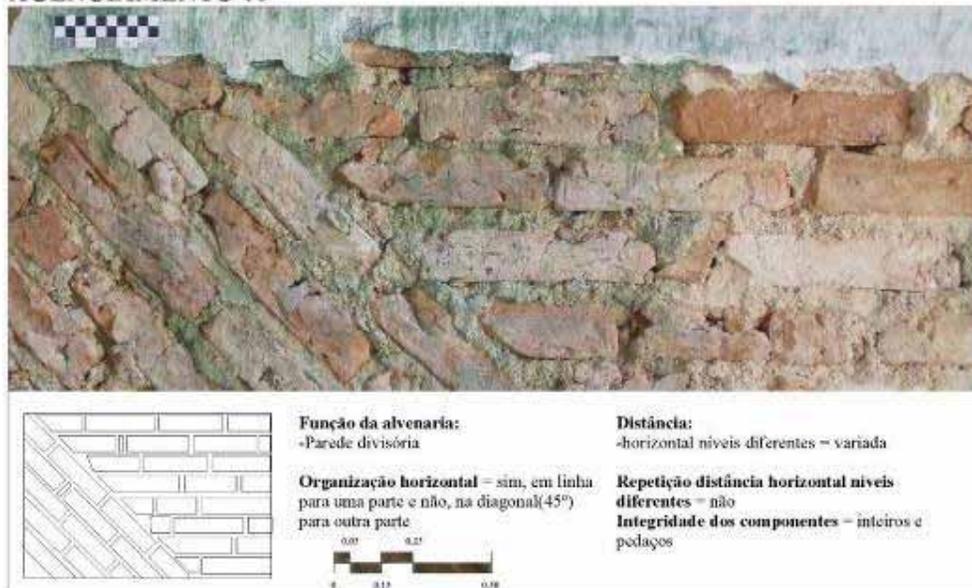


Figura 083. Ficha de identificação do tipo de agenciamento 06 utilizada em paredes divisórias, com amarração alinhada, mas sem rigidez. Fonte: Figura pela autora.

**APÊNDICE 4.** Figuras dos 23 tipos de alvenaria identificados na casa grande do Engenho Monjope, Igarassu/PE.

**ALVENARIA 01** (B40 - Parede)

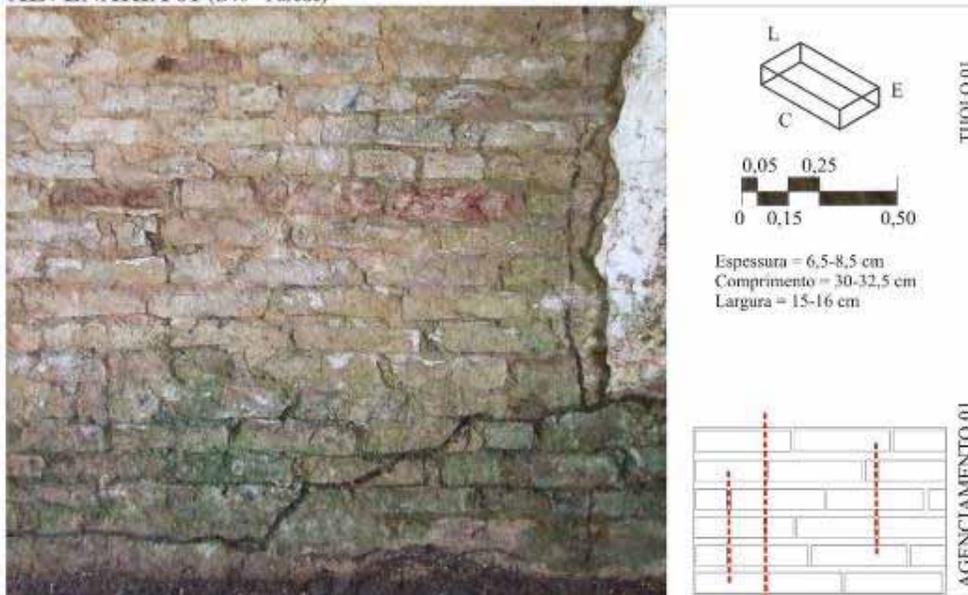


Figura 084. Ficha de identificação da Alvenaria 01. Observar a existência de linhas de continuidade pouco rígidas entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada como parede estrutural ou divisória. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 02** (B16 - Coluna)

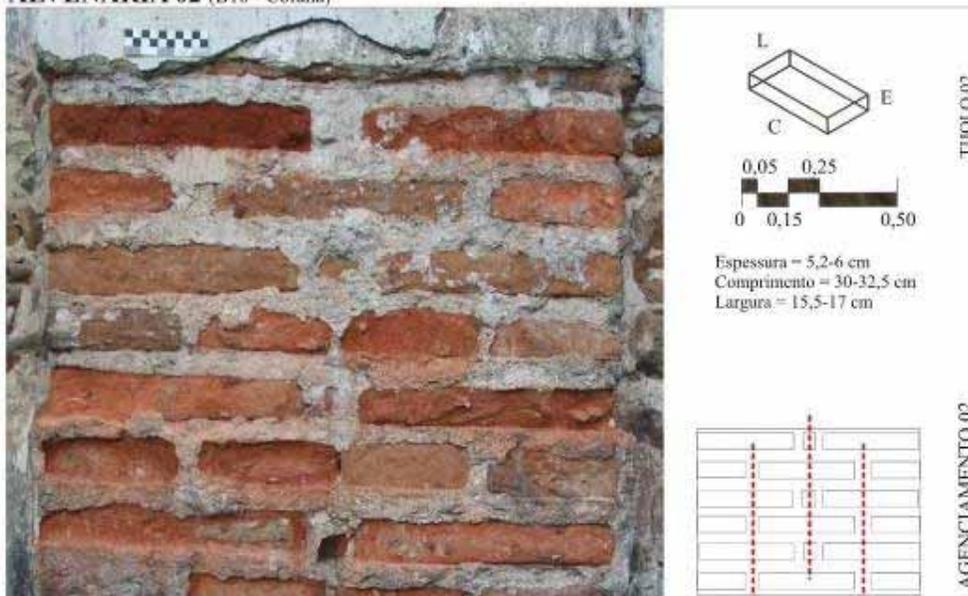


Figura 085. Ficha de identificação da Alvenaria 02. Observar a existência de linhas de continuidade rígidas e a elevada espessura da argamassa entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada para compor colunas de 70x70cm. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 03** (B03 - Coluna)

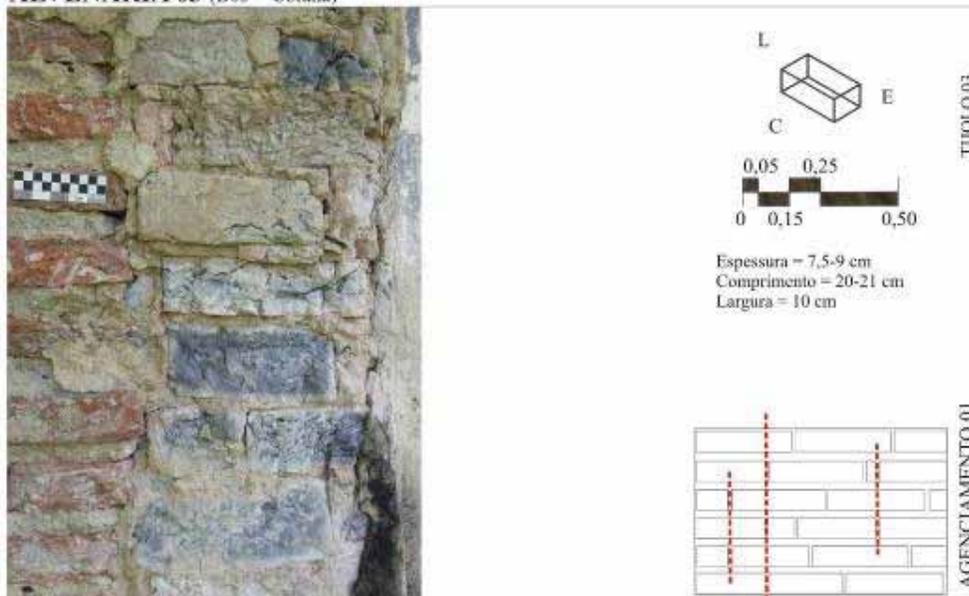


Figura 086. Ficha de identificação da Alvenaria 03. Observar a existência de linhas de continuidade pouco rígidas. Essa alvenaria está sendo utilizada para complementar uma parede, aumentando-a. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 04** (C02 - Parede)

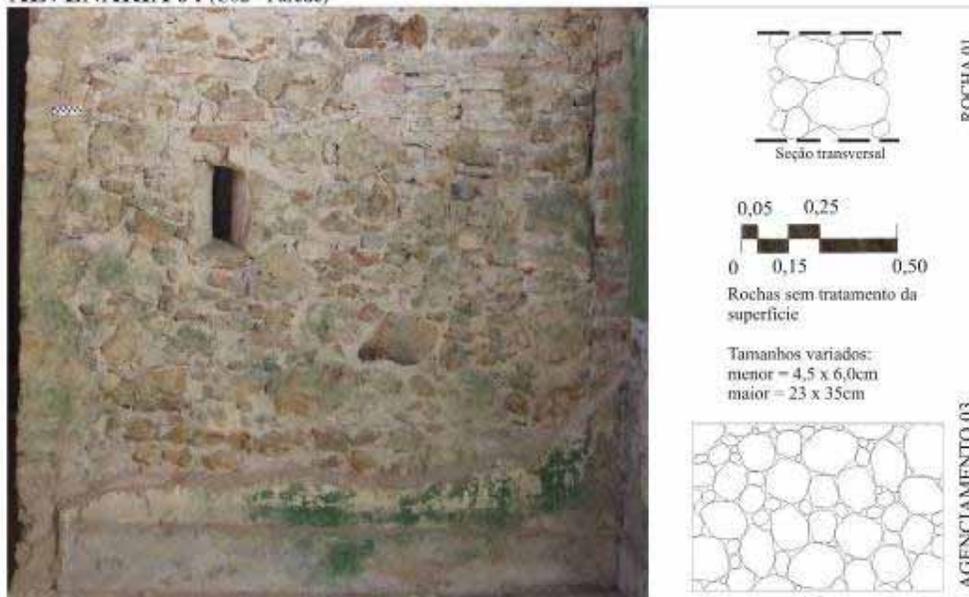


Figura 087. Ficha de identificação da Alvenaria 04. Observar a ausência de linhas nesta alvenaria, a organização dos elementos que a compõe se assemelha a um conglomerado. A função dessa alvenaria é a de parede estrutural ou divisória. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 05** (B05 - Parede)

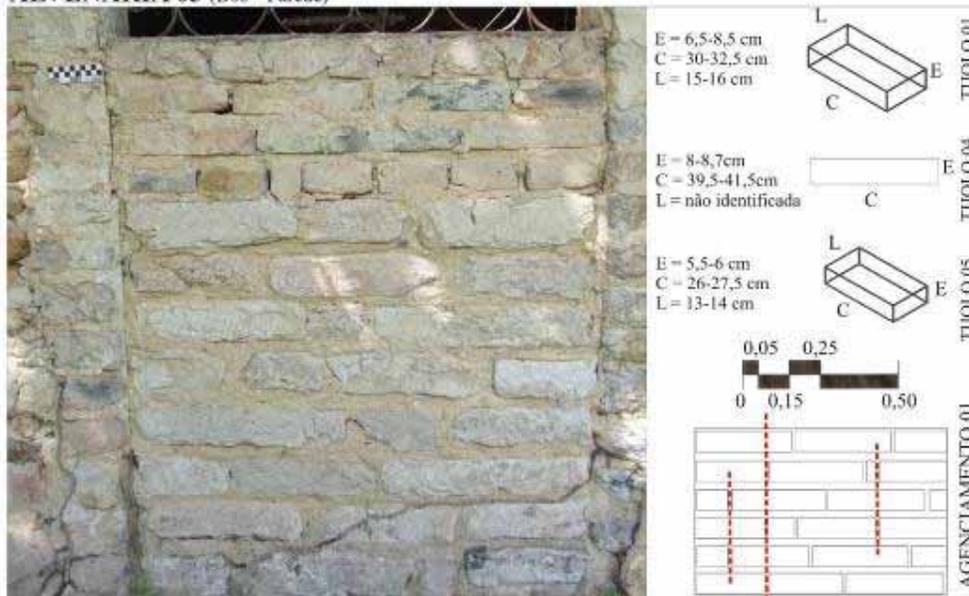


Figura 088. Ficha de identificação da Alvenaria 05. Observar a existência de linhas de continuidade pouco rígidas e utilização de diferentes tipos de tijolo. Essa alvenaria está sendo utilizada para fechar uma porta, transformando-a numa janela. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 06** (B11 - Parede)

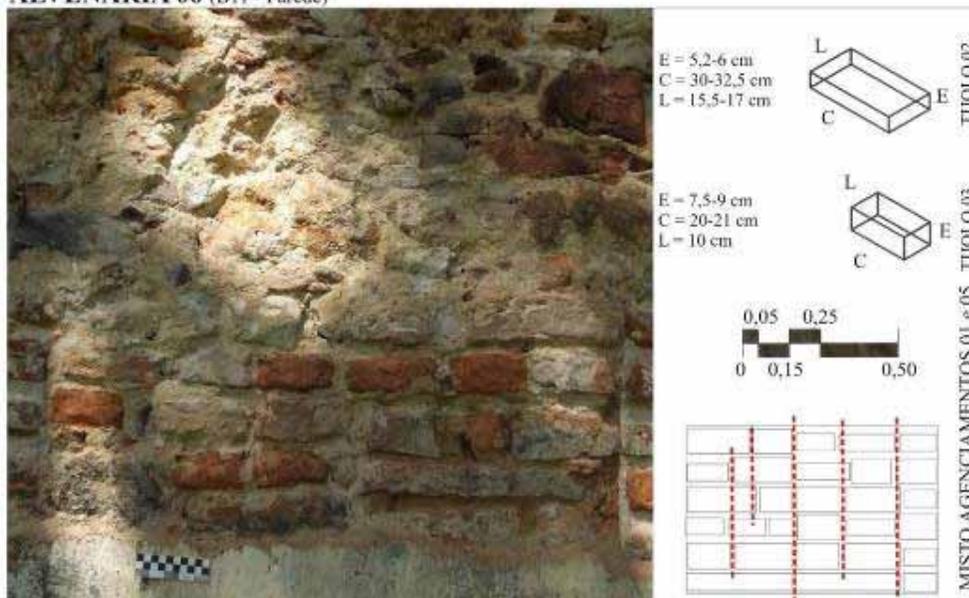


Figura 089. Ficha de identificação da Alvenaria 06. Observar a existência de linhas de continuidade pouco rígidas. Essa alvenaria está sendo utilizada para compor o espaço sob um arco de descarga. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 07** (C15 - Parede)

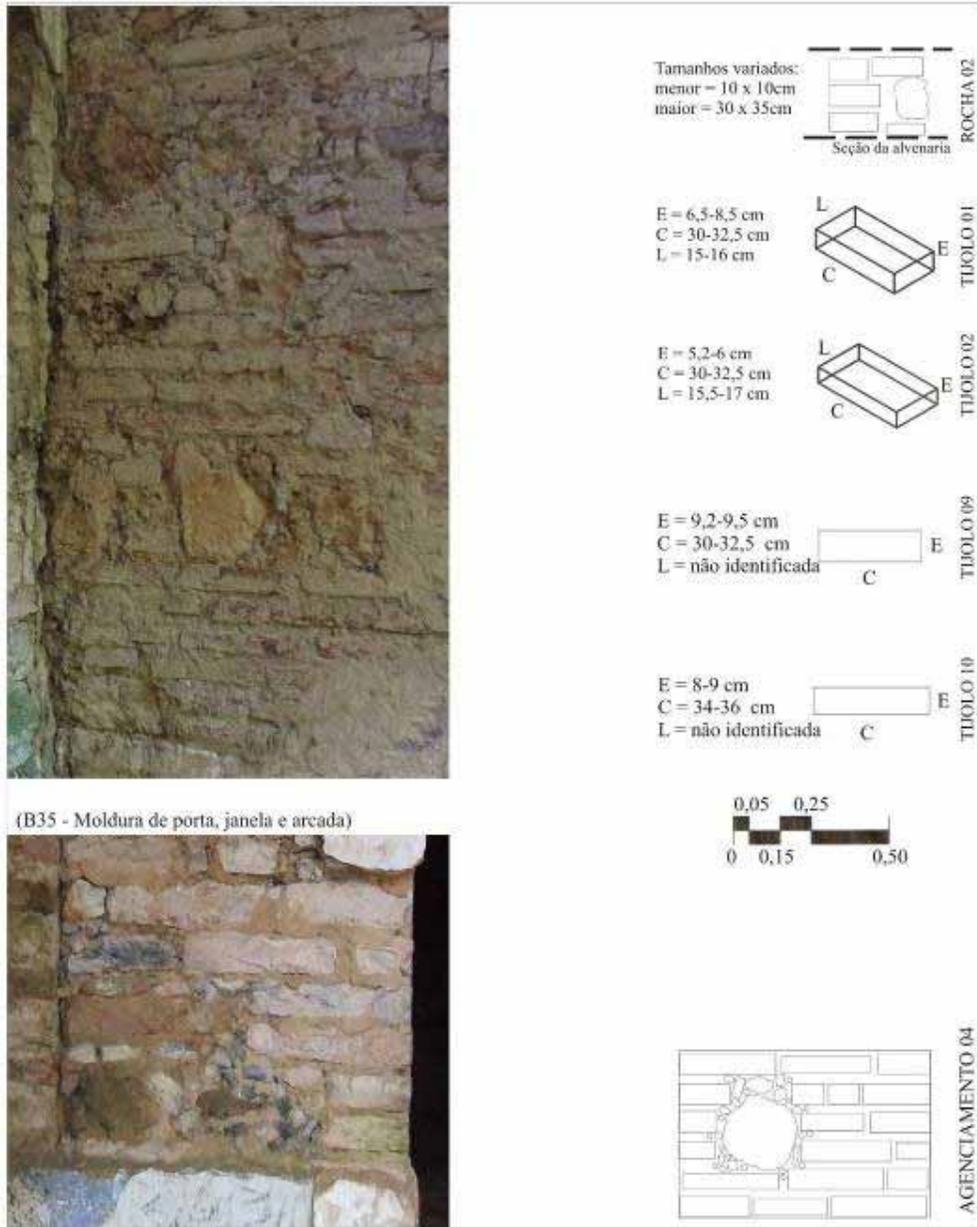


Figura 090. Ficha de identificação da Alvenaria 07. Observar a ausência de linhas de continuidade e a utilização de retraços de rocha e de tijolos ao redor das rochas tipo 2. Essa alvenaria está sendo utilizada de duas maneiras: como parede estrutural ou divisória e como moldura para porta e janela. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 08** (C10 - Parede)

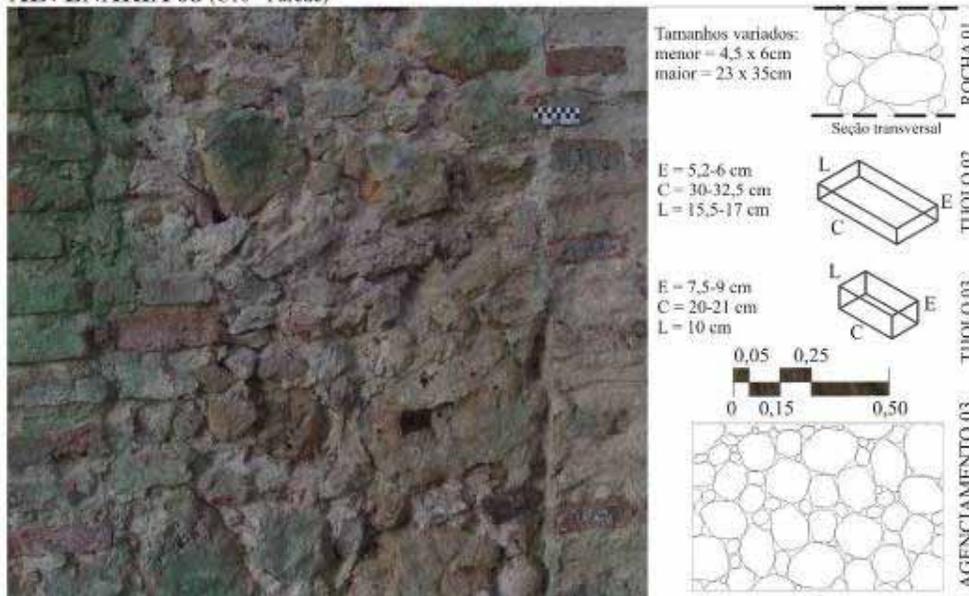


Figura 091. Ficha de identificação da Alvenaria 08. Observar a ausência de linhas, essa alvenaria tem os elementos organizados tipo conglomerado e tem função de parede estrutural ou divisória. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 09** (B21 - Parede)

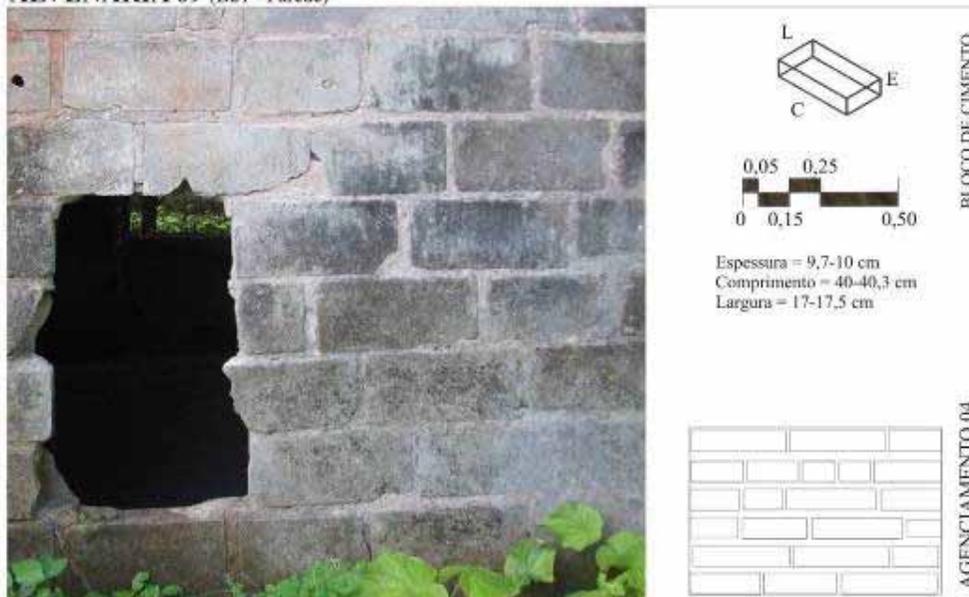


Figura 092. Ficha de identificação da Alvenaria 09. Observar a ausência de linhas de continuidade e a função de fechar uma arcada. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 10** (B84 - Parede)

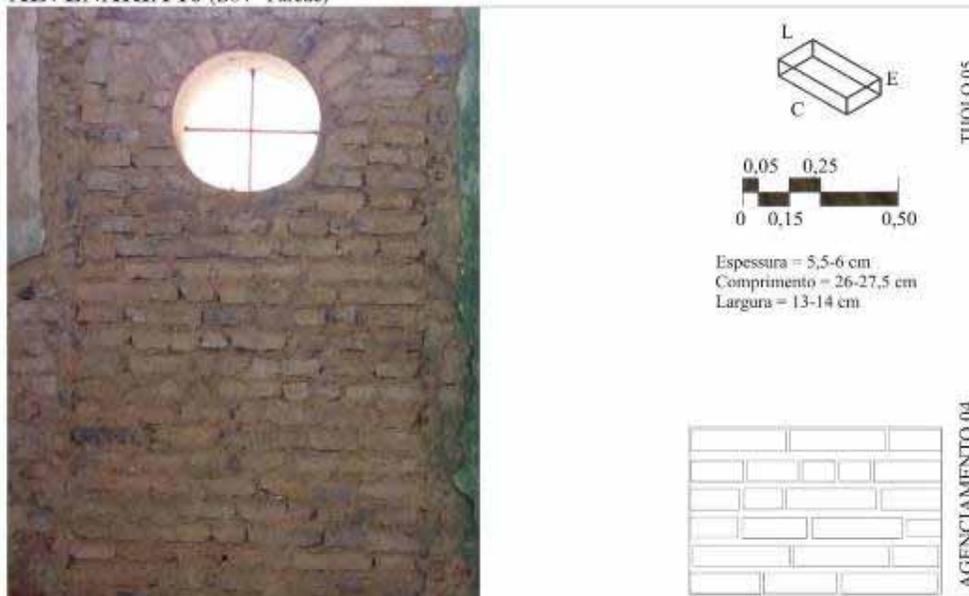


Figura 093. Ficha de identificação da Alvenaria 10. Observar que essa alvenaria está sendo utilizada para fechar uma porta. Verifica-se a ausência de linhas de continuidade. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 11** (C45 - Parede)

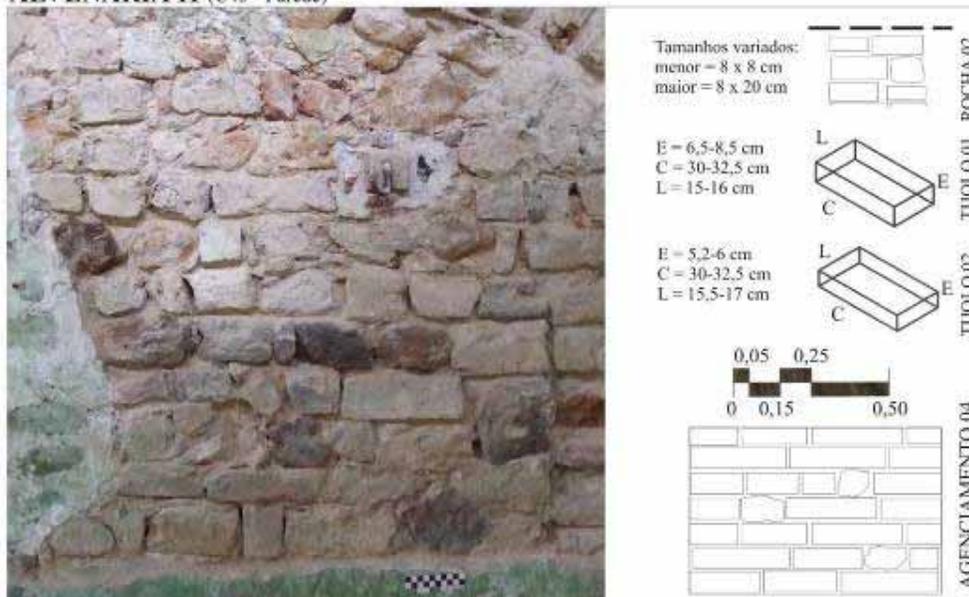


Figura 094. Ficha de identificação da Alvenaria 11. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal dos materiais construtivos, mas utiliza pedaços de tijolos, seja na posição horizontal como na vertical. Essa alvenaria está sendo utilizada para compor o espaço sob um arco de descarga. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 12** (C12 - Parede)

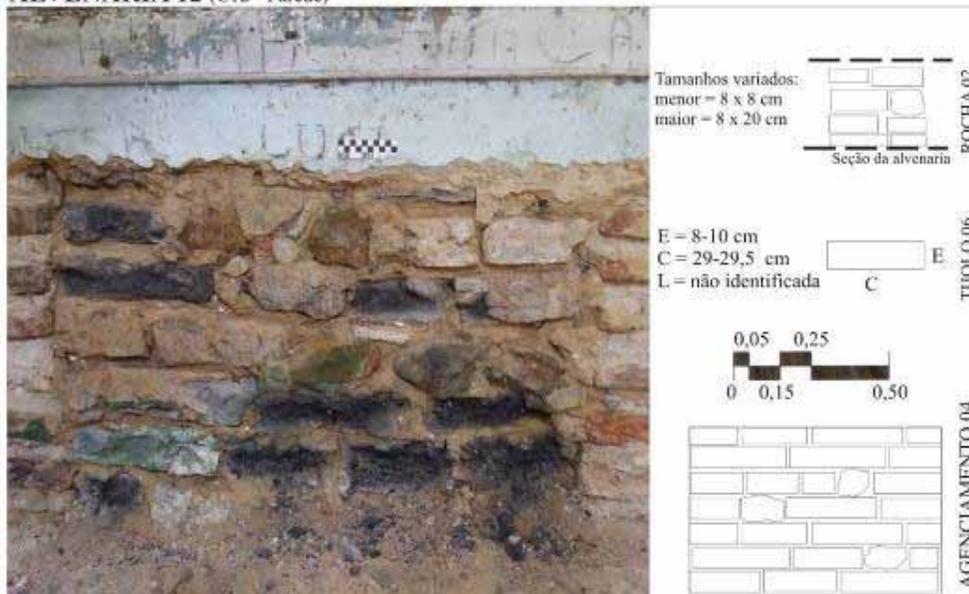


Figura 095. Ficha de identificação da Alvenaria 12. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal dos materiais construtivos, mas utiliza não só tijolos inteiros mas também em pedaços. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 13** (B51 - Parede)



Figura 096. Ficha de identificação da Alvenaria 13. Observar que essa alvenaria não obedece a organização horizontal dos materiais construtivos, essa organização é tipo aglomerado. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 14** (B67 - Parede)

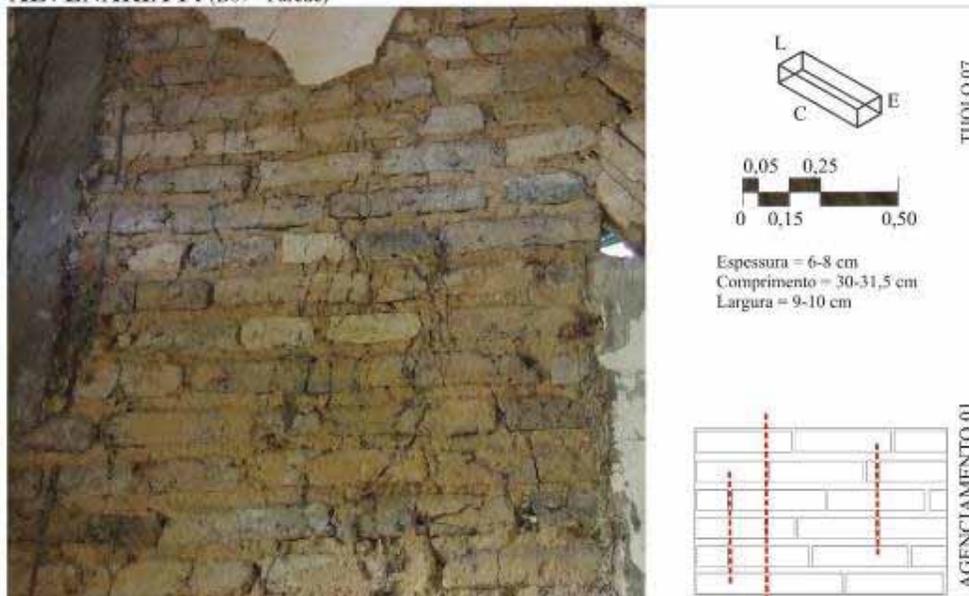


Figura 097. Ficha de identificação da Alvenaria 14. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal dos materiais construtivos e a existência de linhas de continuidade pouco rígidas. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 15** (B65 - Parede)

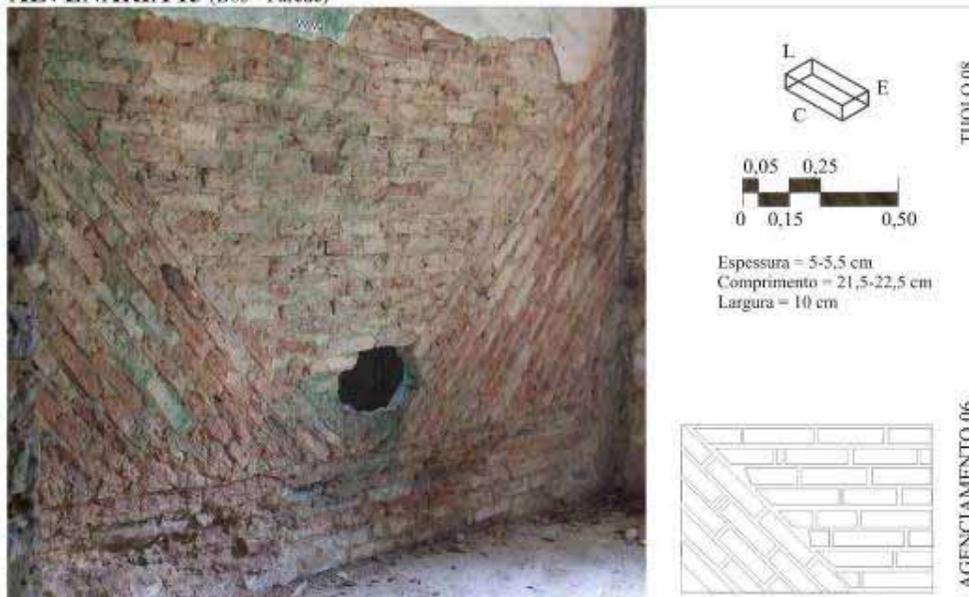


Figura 098. Ficha de identificação da Alvenaria 15. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal e diagonal dos materiais construtivos e que as linhas de continuidade são pouco rígidas. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 16** (B79 - Parede)



Figura 099. Ficha de identificação da Alvenaria 16. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal dos materiais construtivos e que não há rigidez na organização pela ausência de linhas de continuidade entre tijolos de níveis diferentes. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 17** (B52b - Parede)



Figura 0100. Ficha de identificação da Alvenaria 17. Observar que essa alvenaria obedece a organização horizontal e diagonal dos materiais construtivos e que as linhas de continuidade são pouco rígidas. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 18** (B38 - Coluna)

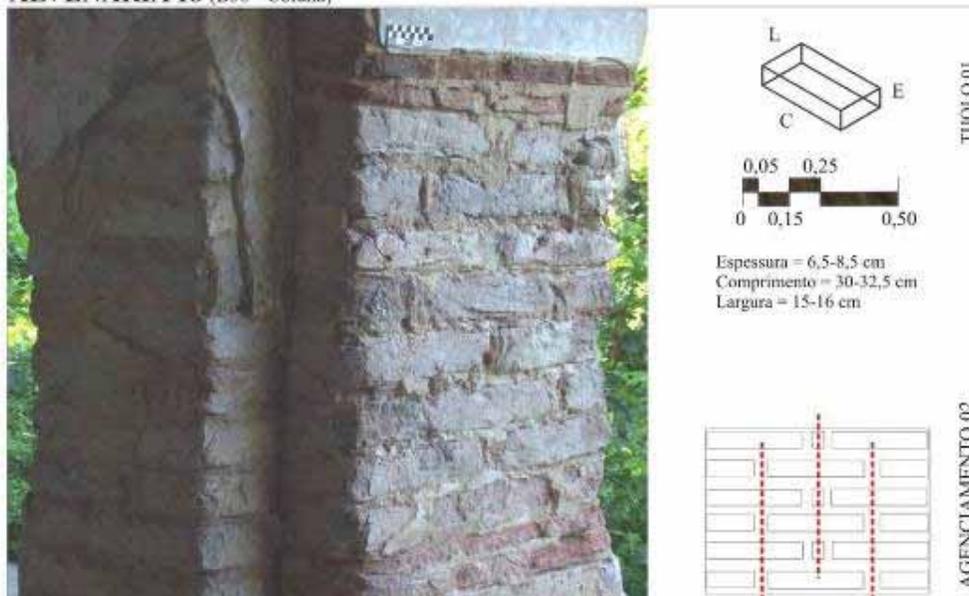


Figura 0101. Ficha de identificação da Alvenaria 18. Observar a existência de linhas de continuidade rígidas entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada na coluna que suporte duas arcadas. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 19** (B06 - Moldura de porta, janela e arcada)

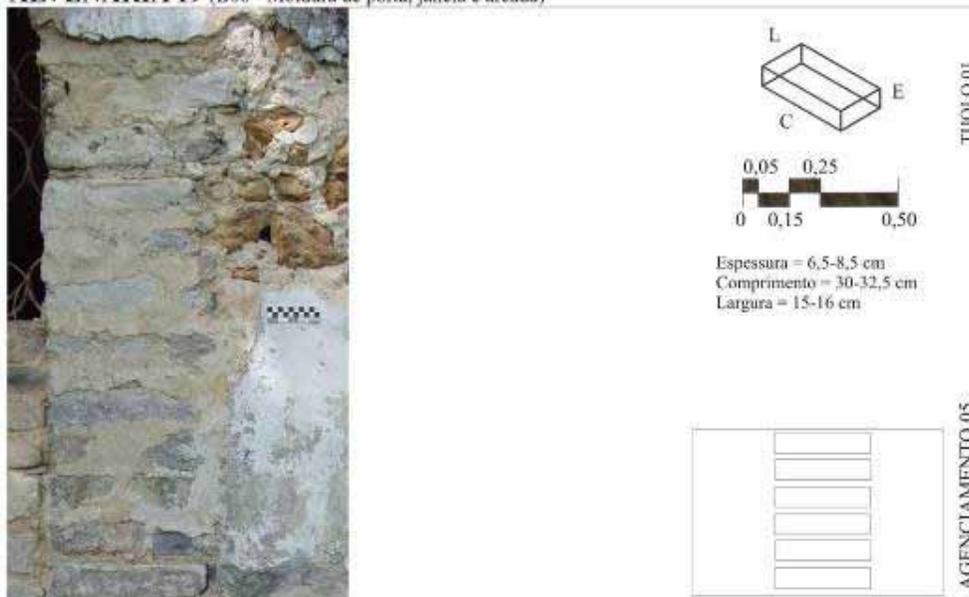
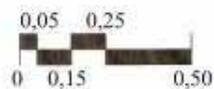
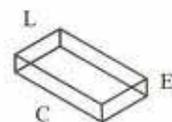


Figura 0102. Ficha de identificação da Alvenaria 19. Observar a existência de sobreposição dos tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada como moldura de uma porta. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 20** (B49 - Coluna)



Espessura = 5,2-6 cm  
Comprimento = 30-32,5 cm  
Largura = 15,5-17 cm

TIJOLO 02

(B35 - Moldura de porta, janela e arcada)



AGENCIAMENTO 05

Figura 0103. Ficha de identificação da Alvenaria 20. Observar a existência de sobreposição dos tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada tanto como coluna (acima) como moldura de uma porta (abaixo). Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 21** (B74 - Moldura de porta, janela e arcada)

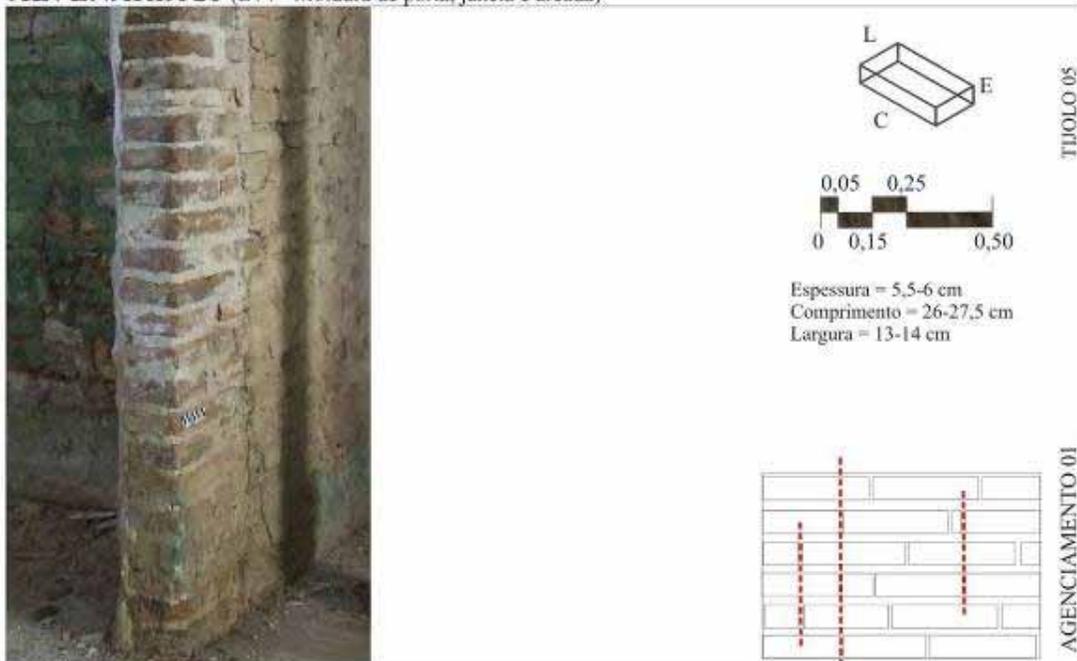


Figura 0104. Ficha de identificação da Alvenaria 21. Observar a existência de linhas de continuidade pouco rígidas entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada como moldura de uma arcada. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 22** (B44 - Moldura de porta, janela e arcada)

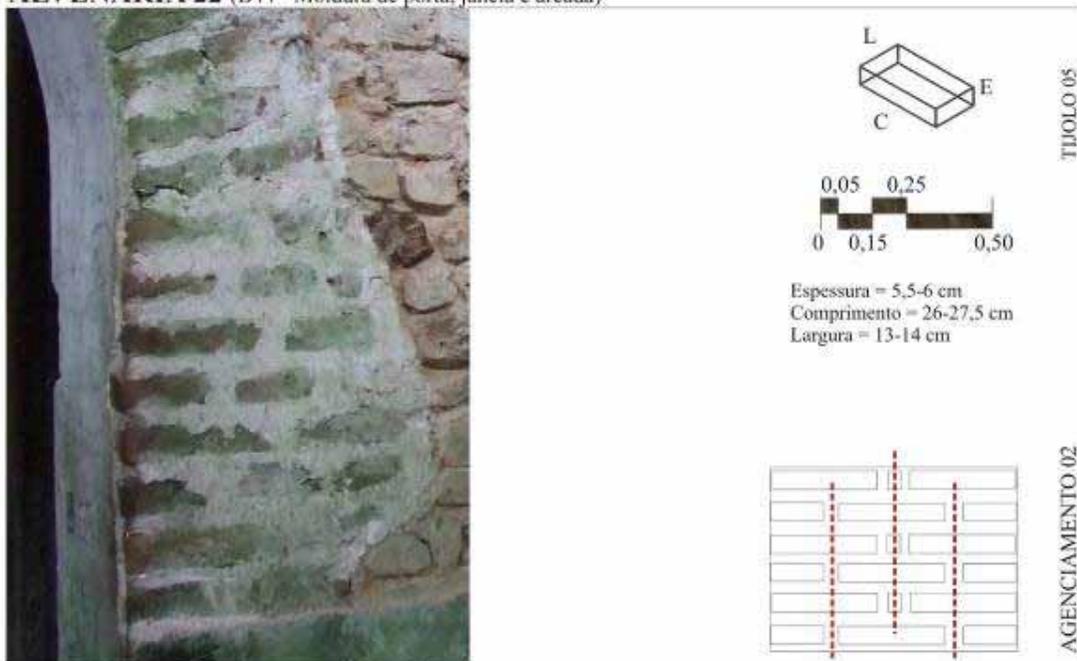


Figura 0105. Ficha de identificação da Alvenaria 22. Observar a existência de linhas de continuidade rígidas entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada como moldura de uma arcada. Fonte: Figura pela autora.

**ALVENARIA 23** (B22 - Moldura de porta, janela e arcada)

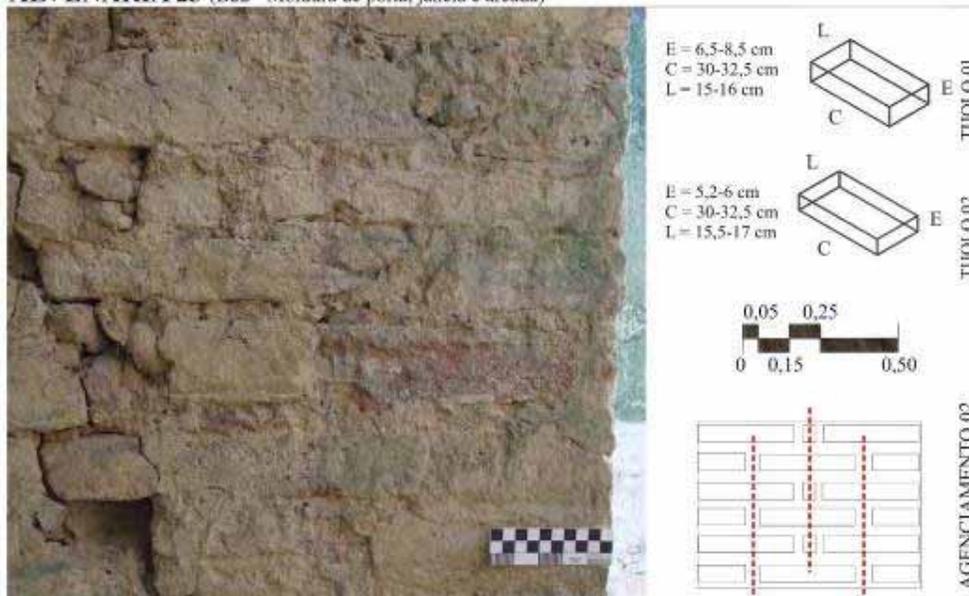


Figura 0106. Ficha de identificação da Alvenaria 23. Observar a existência de linhas de continuidade rígidas entre tijolos de níveis diferentes. Essa alvenaria está sendo utilizada como moldura de uma arcada. Fonte: Figura pela autora.